KS. DOÃN HOA

THIẾT KẾ ĐƯỜNG ÔTÔ

ĐƯỜNG NGOÀI ĐÔ THỊ VÀ ĐƯỜNG ĐÔ THỊ

TẬP 2 - ĐƯỜNG ĐÔ THỊ

(Tái bản)

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 2010

LỜI NÓI ĐẦU

Thiết kế đường ô tô tập 2 : Đường đô thị được biên soạn theo quan điểm chung như đã nêu ở tập 1. Một số vấn đề đã nêu trong tập 1 sẽ không nhắc lại ở tập 2, trừ bảng đổi đơn vị, để bạn đọc tiện sử dụng khi chỉ có một tập sách.

Nút giao nhau khác mức trên đường đô thị với các dạng cầu cong trong không gian là một công trình rất đẹp, nhưng cũng rất phức tạp. Sắp tới chúng ta sẽ xây dựng một số công trình loại này ở Hà Nội và thành phố Hồ Chí Minh. Do đó, tác giả có đề cập sơ lược đến phương pháp thiết kế cầu cong, chỉ có ý nghĩa như một chủ đề mà các kĩ sư cầu đường cần quan tâm.

Vì đường đô thị liên quan đến đô thị, nên trong tập sách này tác giả có mở rộng thêm một số vấn đề về quy hoạch, cảnh quan kiến trúc, bảo vệ môi trường đô thị.

Mong bạn đọc góp ý cho những sai sót để lần sau ấn hành được tốt hơn.

Tác giả

Chương I

ĐẶC ĐIỂM ĐƯỜNG ĐÔ THỊ

I-1. KHÁI QUÁT CHUNG

Nhìn trên bản đồ mạng lưới giao thông toàn quốc (hình I-1), ta thấy các đô thị (thành phố, thị xã...) là những "nút giao thông" của các đường ngoài đô thị. Với thành phố lớn, trong mỗi nút giao thông lại là một mạng lưới đường dày đặc nối các khu dân cư, thương mại, văn hóa, thể thao : đó là đường đô thị (xem hình I-2, I-3).

Đường giao thông nói chung, đặc biệt là đường đô thị, phải được xây dựng theo một quy hoạch chặt chẽ, có tính pháp lệnh về phân khu chức năng, về quy hoạch mạng lưới đường, thoát nước, cao độ san nền, quy hoạch mạng lưới công trình ngầm (ống cấp - thoát nước, cáp điện, cáp thông tin...), cây xanh...

Do vậy, một đơn vị thiết kế, những kĩ sư thiết kế đường đô thị cần phải nắm được quy hoạch tổng quát từ quy mô toàn quốc đến từng thành phố, từng khu phố ; như một hình xoáy chôn ốc mà đỉnh điểm của nó là quy hoạch cụ thể dọc theo tuyến đường mà ta sẽ thiết kế để thi công. Có như vậy, các giải pháp kĩ thuật mới phù hợp với toàn thành phố, với hiện tại và tương lai.

Công tác thiết kế và thi công đường đô thị có 3 trường hợp điển hình :

- Đường làm mới theo quy hoạch của một khu đô thị mới. Trường hợp này "dễ làm" hơn, nhưng kinh nghiệm cho thấy : bề rộng nền - mặt đường, hè đường mà các kĩ sư quy hoạch đề ra trên cơ sở hiện tại và tương lai dễ bị coi là "rộng quá, lãng phí", do đó ít được thực thi ngay cả bề rộng nền đường.

- Đường làm mới trong khu đô thị đã có, nối với mạng lưới đường hiện có. Trường hợp này hay gặp, không khó lắm, nhưng đôi khi bị lẫn với tiêu chuẩn "đường ngoài đô thị"

- Cải tạo đường hiện có trong khu đô thị : rất phức tạp, không những về mặt đền bù giải phóng mặt bằng, cải tạo kết cấu mặt đường, mà cả cải tạo hệ thống công trình ngầm cũng rất khó khăn, tốn kém. Trường hợp này gặp khá nhiều ở hầu hết các đô thị của ta hiện nay.

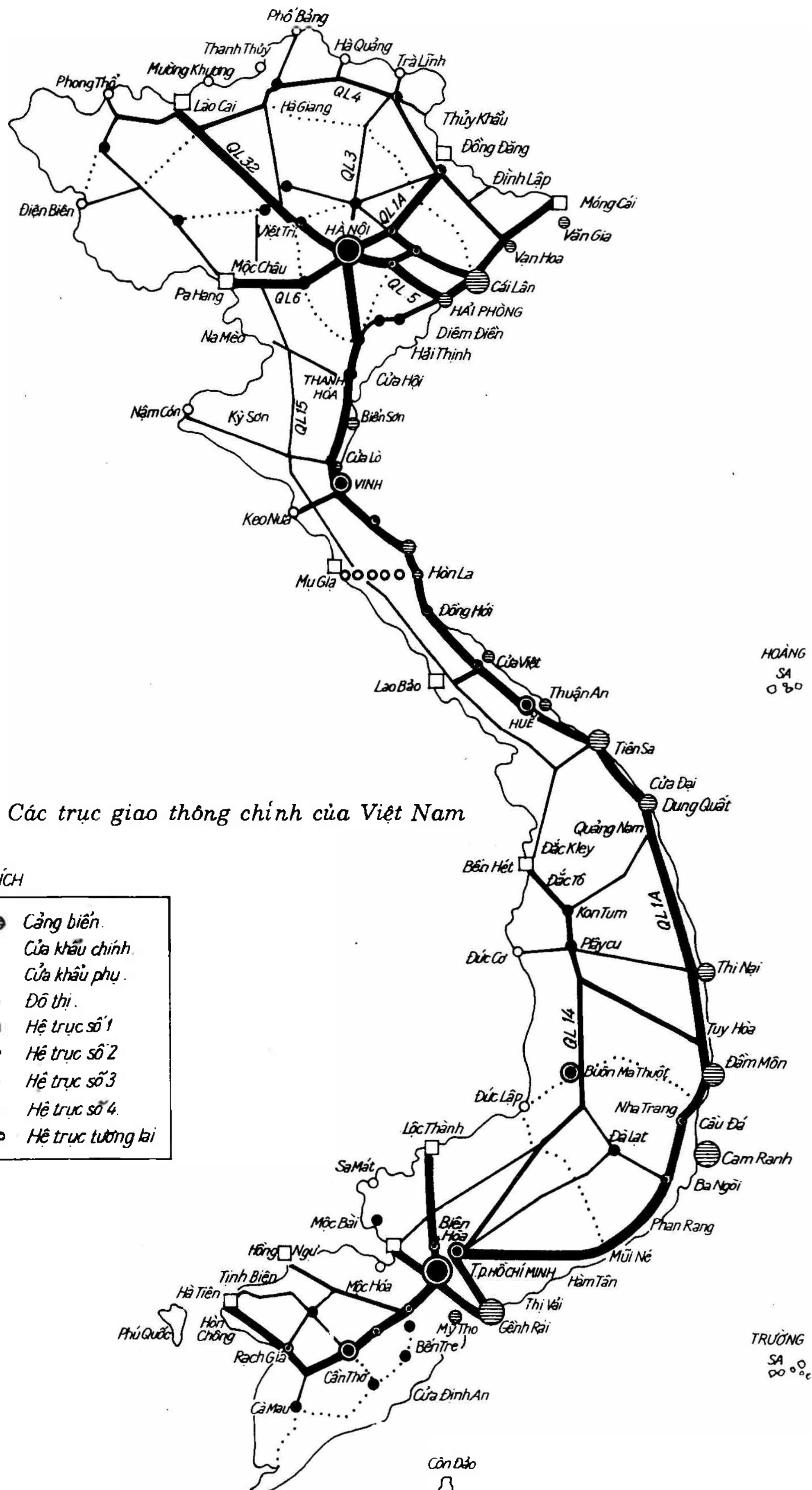
I-2. GIỚI THIỆU CHUNG VỀ CÔNG TÁC QUY HOẠCH XÂY DỰNG

Quy hoạch chung về xây dựng và phát triển đô thị trong toàn quốc là một vấn đề lớn thuộc đề tài nghiên cứu cấp nhà nước. Vấn đề này, đã thể hiện qua cuốn sách "Đô thị Việt Nam" do Giáo sư Đàm Trung Phường viết trong khuôn khổ đề tài "Chiến lược xây dựng và phát triển đô thị Việt Nam" có mã số KC.11.01 do PTS. KTS. Lê Hồng Kế làm chủ nhiệm.

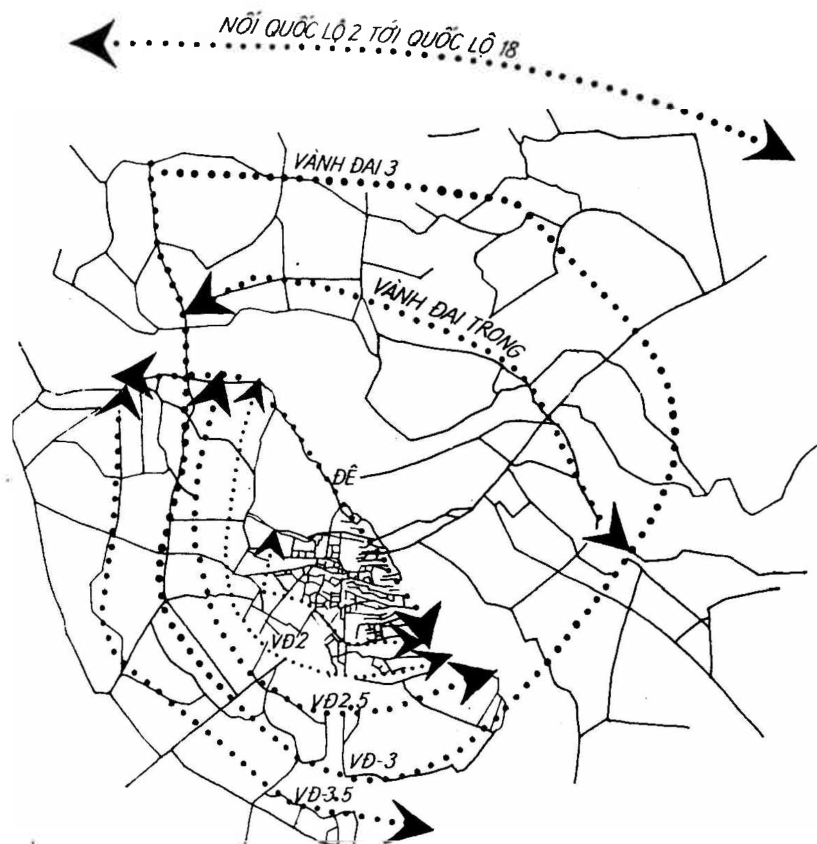
Các giai đoạn quy hoạch được thể hiện trên hình I-4.

Giai đoạn I : Quy hoạch chung cải tạo và xây dựng các điểm dân cư (gọi tắt là quy hoạch chung).

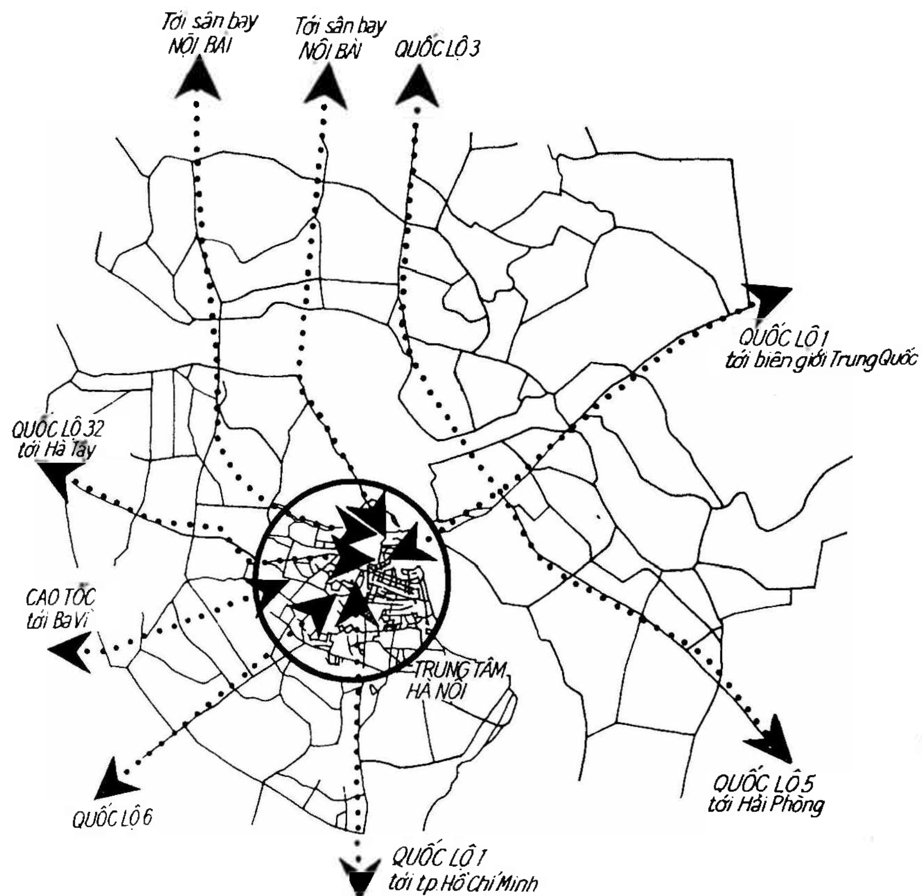
Giai đoạn này có 2 đồ án :



Hình I-1 : Các trục giao thông chính của Việt Nam



Hình I-2 : Mạng lưới đường phố chính vành đai của Hà Nội



Hình I-3 : Mạng lưới đường phố chính hình nan quạt ở Hà Nội

– Quy hoạch tổng thể đô thị

– Quy hoạch tổng thể khu dân cư nông nghiệp, xã, hợp tác xã... (gọi tắt là quy hoạch tổng thể nông thôn).

Giai đoạn II : Quy hoạch cụ thể các khu chức năng, các điểm dân cư (còn gọi là quy hoạch chi tiết).

Đồ án quy hoạch chi tiết thường thể hiện trên bản đồ tỉ lệ 1/2000 – 1/1000 là cơ sở để phân chia đất xây dựng cho từng khu công trình (như khách sạn, trường học, công viên...) và xác định quy mô xây dựng, cải tạo một tuyến đường. Dựa vào đồ án quy hoạch này, các chủ đầu tư (có thể của nhiều ngành, cơ quan khác nhau) lập luận chứng kinh tế, dự án khả thi... Sau đó thiết kế chi tiết và đưa công trình vào thi công.

Các công đoạn và nội dung đồ án quy hoạch cụ thể (quy hoạch chi tiết) tóm tắt như sau :

Công đoạn I : Lập cơ sở cho thiết kế quy hoạch chi tiết

1. Sơ đồ vị trí và giới hạn khu vực thiết kế

2. Bản đồ hiện trạng kiến trúc và đường đỏ được xác định theo các loại công trình : nhà ở, công cộng, xí nghiệp, kho tàng, cây xanh, giới hạn đường đỏ cho từng tuyến đường, đường chỉ giới xây dựng, các khu vực sử dụng đất và ranh giới của chúng.

3. Bản đồ hiện trạng kĩ thuật

Hệ thống đường các loại, các mặt cắt ngang.

Hệ thống cấp thoát nước. Cao độ mức nước sông hồ...

Hệ thống điện : cáp điện cao thế, hạ thế, cột điện, trạm biến thế, cáp thông tin ...

4. Các sơ đồ, biểu đồ minh họa cơ sở thiết kế

Công đoạn II : Thiết kế quy hoạch tổng mặt bằng

5. Bản đồ quy hoạch mặt bằng toàn thể

Xác định rõ các công trình kiến trúc, cây xanh... Ranh giới đất đai giữa các công trình

6. Quy hoạch giao thông

Mạng lưới đường các loại sẽ xây dựng mới hoặc cải tạo. Giới hạn đường đỏ từng tuyến đường. Mặt cắt ngang đường điển hình kết hợp thể hiện vị trí công trình ngầm, cột điện, cây xanh. Các bến xe, chỗ đỗ xe. Các cao độ khống chế để thiết kế như những chỗ giao nhau với đường sắt, đường hiện có. Cao độ khống chế theo mức nước ngập lụt hoặc kết hợp với san nền các công trình kiến trúc hai bên (để tránh đường cao quá, khối lượng đắp nền hai bên sẽ rất lớn).

7. Bản đồ quy hoạch chiều cao và thoát nước mưa

Lập bản vẽ san nền tổng thể để làm cơ sở xác định cao độ nền nhà các công trình kiến trúc, để đề ra mạng lưới thoát nước chính trong toàn khu quy hoạch. Xác định cao độ mức nước các sông hồ để từ đó xác định cao độ các cửa xả nước ra sông hồ.

8. Bản đồ quy hoạch thoát nước bẩn

Hệ thống thoát nước bẩn, trạm xử lí, trạm bơm...

9. Bản đồ quy hoạch cấp nước sạch

Các tuyến ống chính, vị trí, đường kính. Các họng cứu hỏa, trạm bơm, đài nước. Các nguồn lấy nước, khoảng cách li vệ sinh.

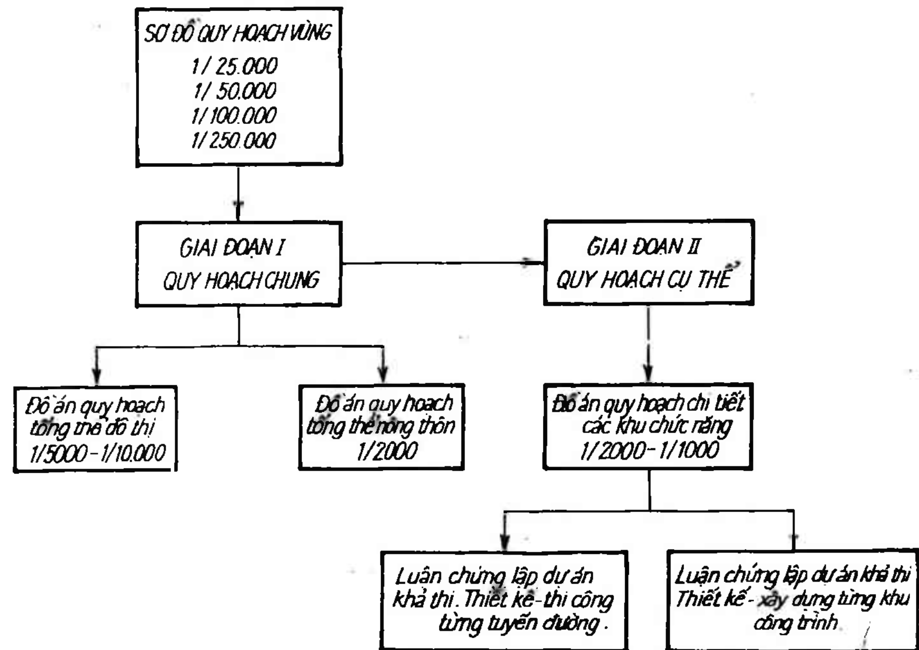
10. Bản đồ quy hoạch cấp năng lượng và thông tin

- Hệ thống cấp điện
- Hệ thống cấp hơi
- Hệ thống cấp xăng dầu
- Hệ thống thông tin liên lạc...

11. Bản vẽ triển khai mặt đứng và phối cảnh

12. Bản tổng hợp vị trí công trình ngầm

Công đoạn III : Lập hồ sơ chỉ giới xây dựng đường đỏ và thuyết minh tổng hợp



Hình I-4 : Sơ đồ các giai đoạn lập quy hoạch

Để minh họa quan hệ giữa các giai đoạn quy hoạch với thiết kế thi công một tuyến đường : Hình I-2, I-3 là kết quả quy hoạch giai đoạn I (quy hoạch chung toàn thành phố Hà Nội). Giai đoạn II đi vào quy hoạch chi tiết đường Giải phóng (Quốc lộ 1) đoạn từ Kim Liên đến Giáp Bát. Hình I-5, I-6 trích giới thiệu ví dụ bản đồ quy hoạch đoạn đường này về kiến trúc - giao thông, thoát nước.

I-3. ĐẶC ĐIỂM ĐƯỜNG ĐÔ THỊ

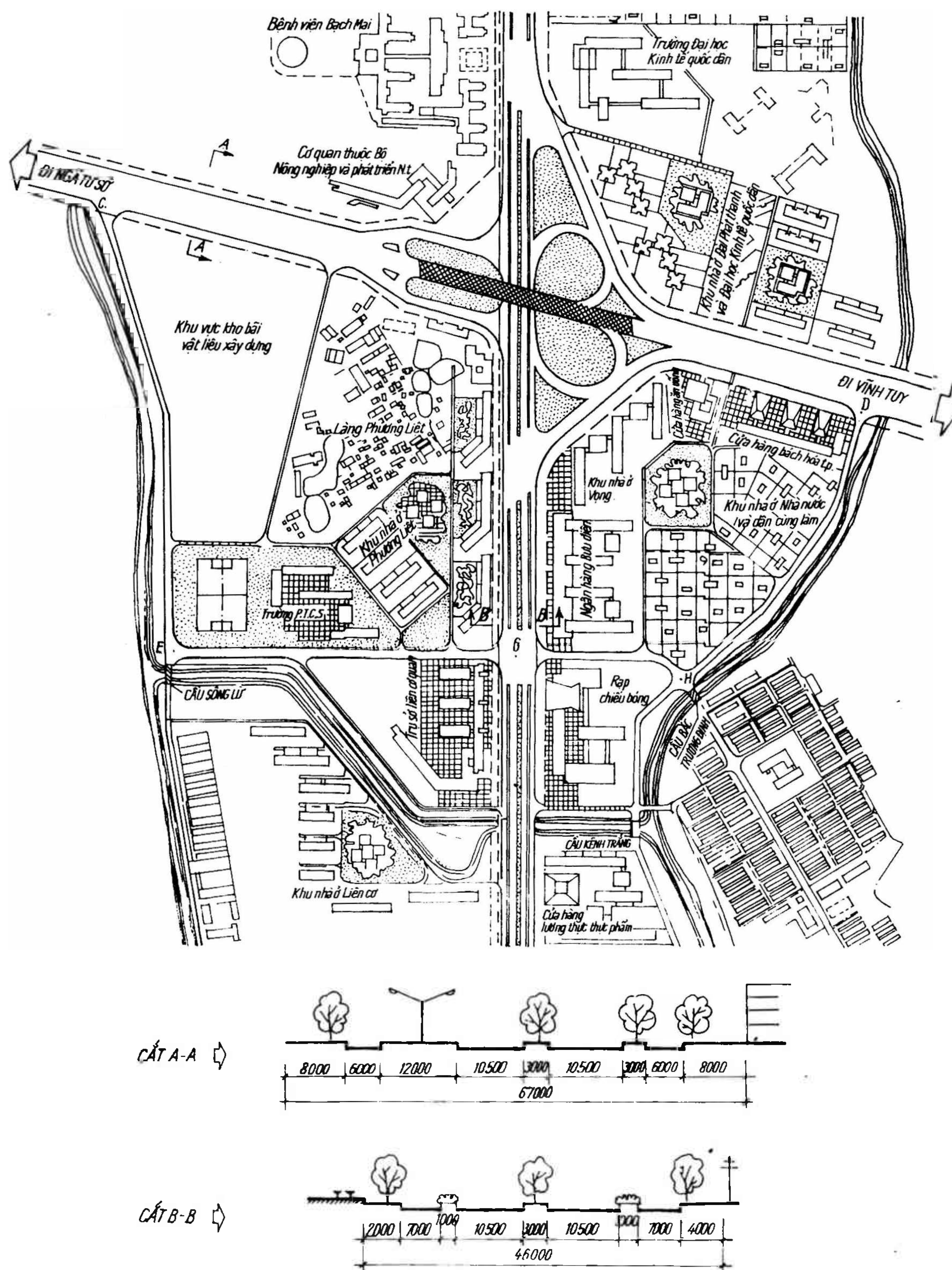
Khi thiết kế một tuyến đường đô thị, ta phải rất quan tâm đến quy hoạch chung vì :

1. Đường đô thị liên hệ hữu cơ với các công trình kiến trúc theo cả 3 chiều không gian : bề rộng đường, bề cao kiến trúc hai bên và điểm nhìn của một công trình nào đấy trên đoạn đường cong, hoặc ở một quảng trường phía cuối đường, hoặc một tượng đài ở nút giao nhau (xem hình I-7).

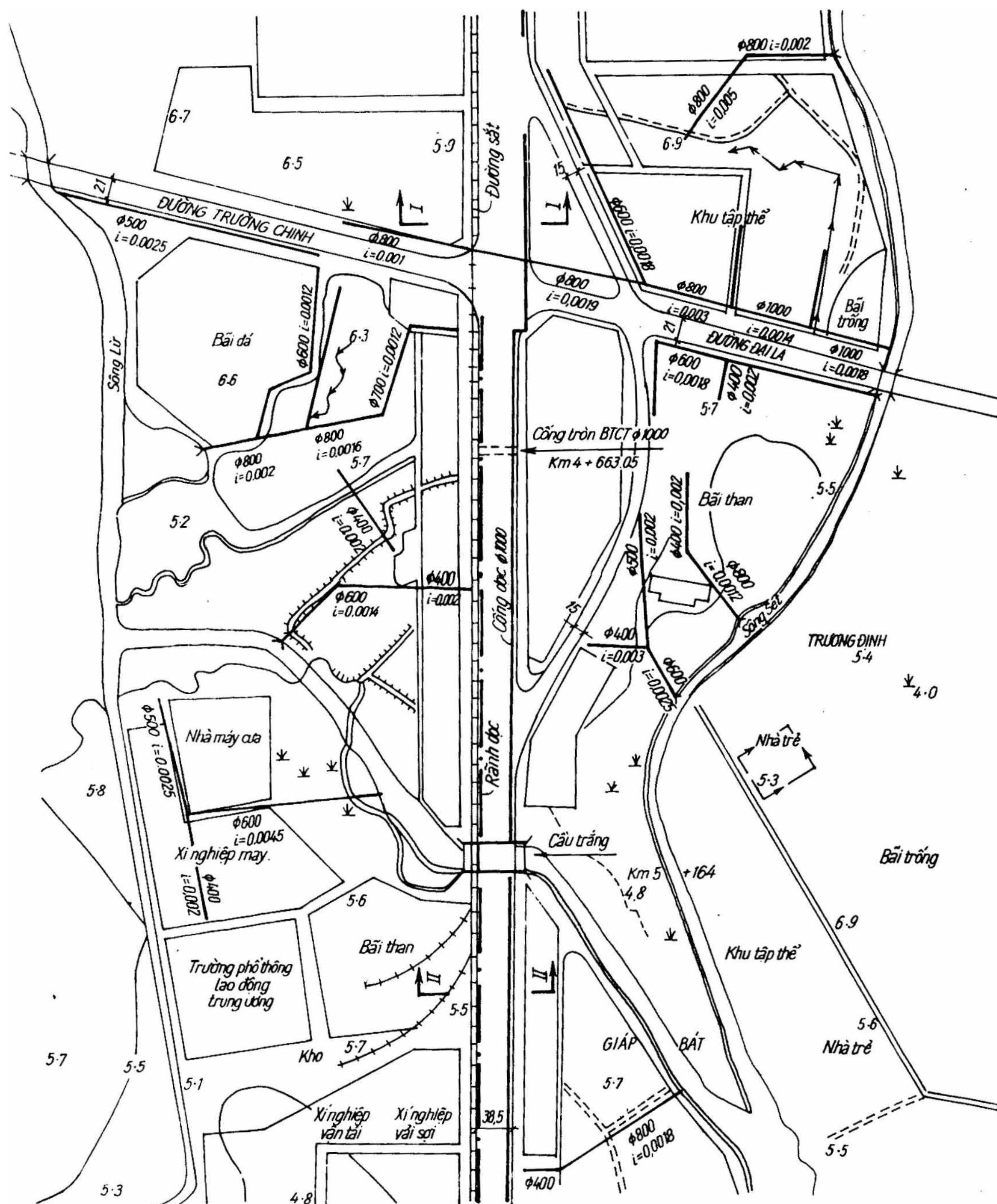
2. Cao độ mặt đường xe chạy trong đường đô thị thường thấp hơn nền nhà hai bên, nên phải có cống dọc để thu nước từ các công trình hai bên đường. (Khác với đường ngoài đô thị vùng đồng bằng, cao độ mặt đường cao hơn mặt đất hai bên). Do vậy khi thiết kế đường đô thị, cao độ khống chế mặt đường sẽ bị hai ràng buộc : phải cao hơn mức nước ngầm, mức nước ngập lụt một cách thỏa đáng để bảo đảm kết cấu mặt đường bền vững ; nhưng cũng không được cao quá để khối lượng đắp nền hai bên không quá tốn kém, khó khăn.

Vấn đề này, sẽ còn khó khăn hơn khi phải xem xét thêm cao độ tôn cao mặt đường để đáp ứng yêu cầu xe chạy trong tương lai.

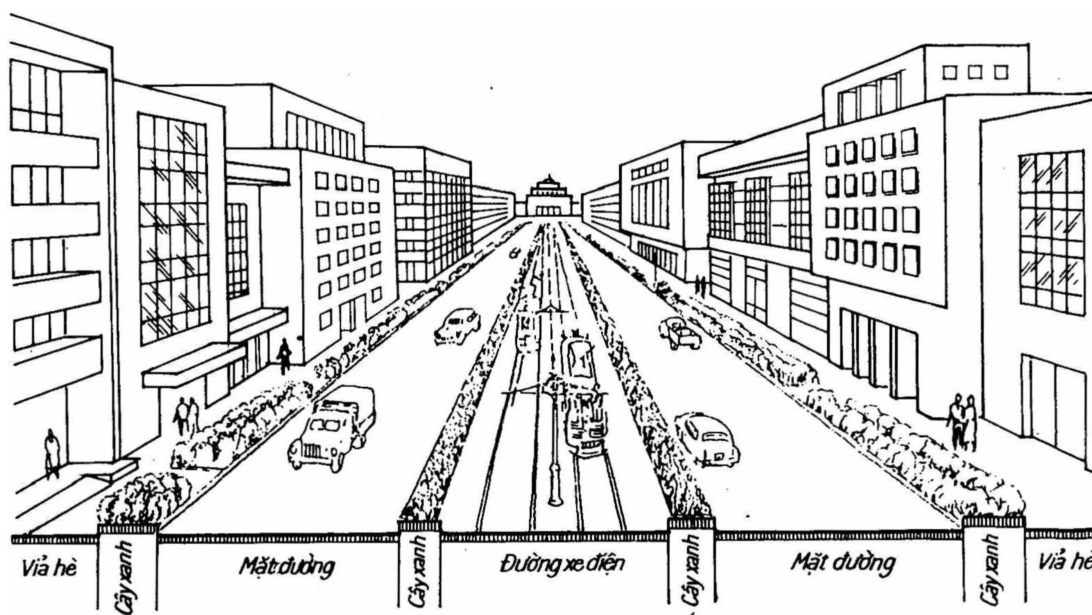
3. Thiết kế nền đường đô thị phải quan tâm thỏa đáng đến biện pháp gia cố nền đất yếu. Vì các thành phố lớn thường ở đồng bằng, ven biển, mức nước ngầm cao (như ở Hà Nội) hoặc chịu ảnh hưởng của thủy triều (như ở Hải Phòng).



Hình I–5 : Ví dụ quy hoạch chi tiết về kiến trúc – giao thông một đường phố Hà Nội, nằm trên Quốc lộ 1



Hình I–6 : Ví dụ quy hoạch chi tiết về thoát nước, trên cơ sở hình I–5



Hình I–7 : Đường đô thị

4. Thiết kế đường đô thị phải đồng thời tổng hợp vị trí công trình ngầm theo hiện tại, tương lai để tránh phải nhiều lần đào, phá nền mặt đường để đặt bổ sung, sửa chữa công trình ngầm.

5. Đường đô thị là nơi tập trung nhiều dạng ô nhiễm : bụi, khí thải, chất thải, tiếng ồn... Do đó, phải có các biện pháp thiết kế bảo vệ môi trường theo hiện tại, tương lai.

6. Thiết kế đường đô thị liên hệ hữu cơ với thiết kế tổ chức giao thông (như các nút giao nhau đồng mức lớn, nút giao nhau khác mức...). Như vậy, cũng có nghĩa là liên hệ hữu cơ với đường ngoài đô thị. Mối liên hệ này thường thể hiện qua hệ thống đường vành đai, đường ngoại ô.

7. Tổng hợp các đặc điểm trên, *đường đô thị là một công trình rất phức tạp, rất khó cải tạo và cải tạo rất tốn kém.*

Về cách phân loại đường đô thị, tiêu chuẩn đường đô thị đã giới thiệu ở tập 1, chương 3.

I-4. VÀI NÉT VỀ QUÁ TRÌNH ĐÔ THỊ HÓA CỦA THẾ GIỚI VÀ VIỆT NAM

Thiết kế, xây dựng đường đô thị gắn liền với quá trình đô thị hóa. Nhưng tốc độ phát triển đường đô thị thường chậm hơn tốc độ đô thị hóa.

Đô thị hóa là một quá trình biến đổi về kinh tế – xã hội, văn hóa, không gian gắn liền với những tiến bộ khoa học – kĩ thuật. Dễ thấy nhất là sự dịch chuyển cơ cấu lao động, sự chuyển đổi lối sống.

Đô thị hóa có nhiều ưu điểm, cũng có nhiều nhược điểm. Nhược điểm dễ thấy nhất là nạn ùn tắc giao thông, tiếp sau đó là vấn đề ô nhiễm môi trường. Điều đó liên quan đến vấn đề quy hoạch, thiết kế, xây dựng, cải tạo đường đô thị.

Ở các nước Âu – Mỹ hiện nay, 80 – 90% dân số sống ở đô thị, ở Việt Nam 20%. Chúng ta đô thị hóa "chậm" nhưng có cái hay là sẽ rút kinh nghiệm từ quá trình đô thị hóa của thế giới để phát huy ưu điểm, khắc phục nhược điểm, trước hết là vấn đề đường đô thị, sao cho không bị rơi vào vòng xoáy của nạn ùn tắc giao thông, ô nhiễm môi trường, để sau đó lại đổ không biết bao nhiêu tiền của vào việc cải tạo, rồi lại cải tạo nữa ! Những bài học "rút kinh nghiệm" này, thật ra không phải là quá dễ hiểu và dễ thực hiện được.

Theo dự báo đến năm 2000, dân số thủ đô của 16 nước sẽ trên 10 triệu dân, lớn nhất là Mehico City sẽ có 26 triệu dân. Ở Việt Nam có Hà Nội, thành phố Hồ Chí Minh dân số 4 - 6 triệu dân.

Cũng theo dự báo, sự tăng trưởng các thành phố lớn đang dịch chuyển dần từ phương Tây sang phương Đông. Trong 20 thành phố lớn nhất thế giới đến năm 2000 sẽ có 13 thuộc về Châu Á, 6 thuộc về Châu Mỹ và 1 ở Châu Phi.

Chương II

THIẾT KẾ CÁC YẾU TỐ KĨ THUẬT ĐƯỜNG ĐÔ THỊ

II-1. KHÁI QUÁT CHUNG

1. Các bước thiết kế

Tùy theo quy mô, độ phức tạp của công trình các bước thiết kế có thể như sau :

- Thiết kế sơ bộ và khái toán
- Thiết kế kĩ thuật và dự toán chi tiết : do đơn vị thiết kế làm.
- Thiết kế thi công và dự toán thi công : do đơn vị thi công làm, theo từng giai đoạn được nhận thầu và cụ thể cho từng hạng mục công trình.

Nội dung chi tiết các bước khảo sát - thiết kế đã giới thiệu ở chương 2, tập 1.

Ghi chú : Các thuật ngữ quy định bước thiết kế tác giả dùng để diễn giải các nội dung tương ứng trong sách. Thực tế, cách chia bước thiết kế, nội dung thiết kế từng bước của các Bộ, công ty tư vấn có khác nhau. Như có nơi gọi thiết kế kĩ thuật và dự toán do đơn vị thiết kế lập là "Thiết kế bản vẽ thi công".

2. Tiêu chuẩn thiết kế đường ô tô

Chương 3, tập 1 đã giới thiệu tóm tắt :

- TCVN 4054 : 1985 về Thiết kế đường ngoài đô thị, do Bộ Giao thông vận tải biên soạn.
- TCVN 5729 : 1993 về Thiết kế đường ô tô cao tốc, do Bộ Giao thông vận tải biên soạn.
- 20TCN 104 : 1983 về Thiết kế đường đô thị, do Bộ Xây dựng biên soạn.

Khi tập sách này được biên soạn, hai tiêu chuẩn TCVN 4054 : 1985 và TCVN 5729 : 1993 đã được thay thế bằng hai tiêu chuẩn mới là TCVN 4054 : 1998 và TCVN 5729 : 1997.

- Tiêu chuẩn thiết kế đường đô thị theo AASHTO sẽ được giới thiệu tóm tắt ở chương III, để tham khảo.

3. Nội dung chính của hồ sơ thiết kế đường đô thị

Vấn đề này đã nêu ở chương 2, tập 1. Nội dung hồ sơ thiết kế đường đô thị tương tự, nhưng có một vài hồ sơ khác biệt như sau :

- Thiết kế mặt cắt dọc và bản vẽ cắt dọc
- Thiết kế bình đồ và bản vẽ bình đồ
- Thiết kế mặt cắt ngang và bản vẽ cắt ngang
- Thiết kế san nền và bản vẽ san nền mặt chiếu đứng
- Thiết kế hệ thống thoát nước dọc và giếng thu, giếng thăm
- Thiết kế tổng hợp vị trí công trình kĩ thuật (ống cấp thoát nước, cáp điện, cáp thông tin, cột điện, cây xanh...) dọc tuyến và ở nút giao nhau
- Thiết kế các nút giao nhau quan trọng
- Thiết kế tổ chức giao thông, đèn tín hiệu, biển báo...

– Thiết kế cầu – cống nhỏ thoát nước ngang đường tương tự đường ngoài đô thị, đã đề cập đến ở chương 9 tập 1.

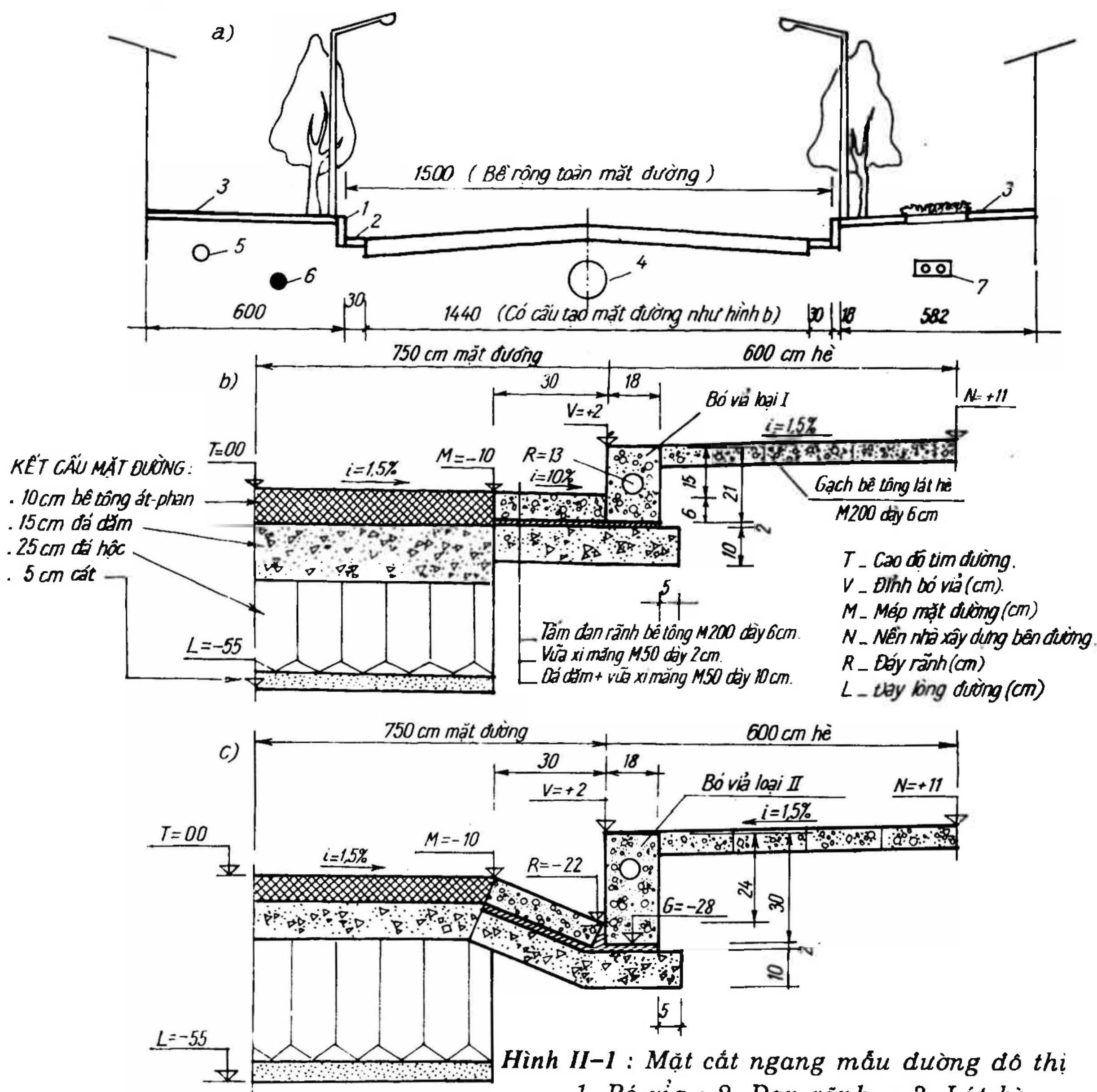
Cần lưu ý : khi thiết kế bất kì bản vẽ nào trong các bản vẽ nêu trên, đều có liên quan đến các bản vẽ sẽ thiết kế, hoặc đã thiết kế để xử lí, điều chỉnh tương quan cho hài hòa. Sự liên quan này sẽ được nêu ở các mục sau.

Các nội dung thiết kế sau đây, được giới thiệu ở bước thiết kế chi tiết (thiết kế kĩ thuật) để lập dự toán chi tiết, đưa vào thi công.

II-2. THIẾT KẾ MẶT CẮT DỌC

Nội dung cơ bản đã nêu ở mục 3.5 tập 1.

Bản vẽ mặt cắt dọc đường đô thị, tham khảo hình 2.8 tập 1 và hình IV-1. Nói chung, độ dốc dọc được thiết kế ở tim đường. Nếu tim đường có dải phân cách mà 2 mép dải phân cách có cùng cao độ, thì cao độ thiết kế tim đường cũng chính là cao độ mép dải phân cách.

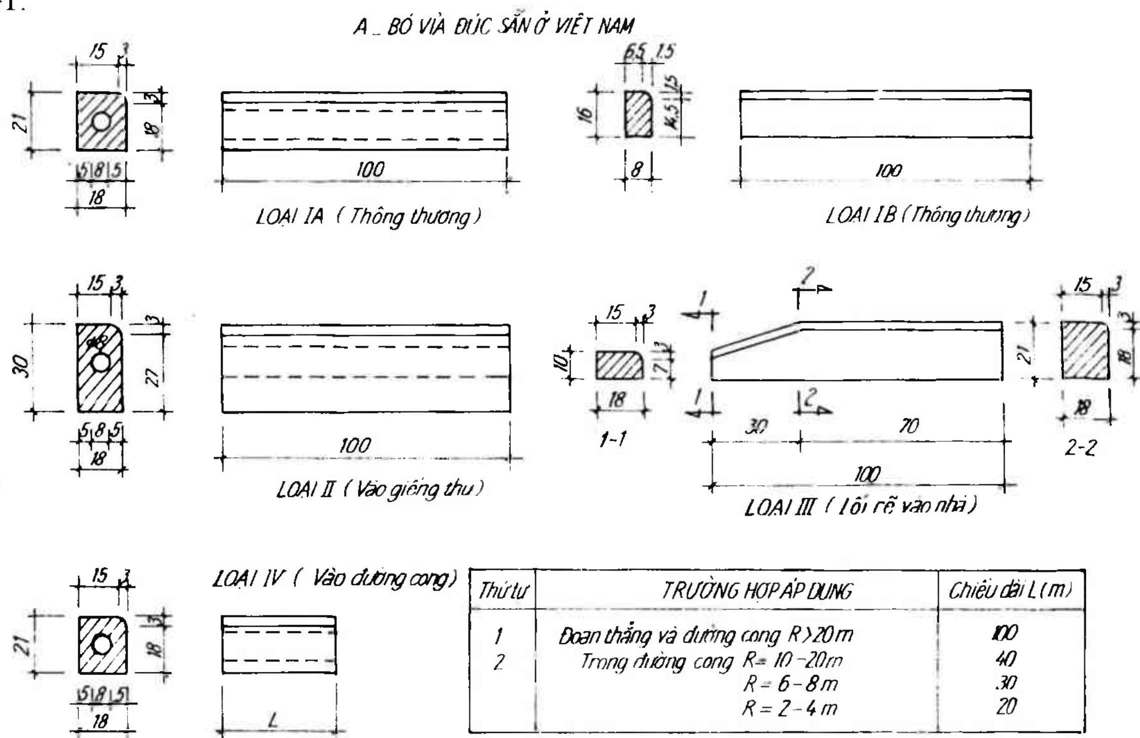


Hình II-1 : Mặt cắt ngang mẫu đường đô thị
1. Bó vỉa ; 2. Đan rãnh ; 3. Lát hè ;
4. Cống thoát nước φ150 ; 5. Ống cấp nước ;
6. Cáp điện lực ; 7. Cáp thông tin.

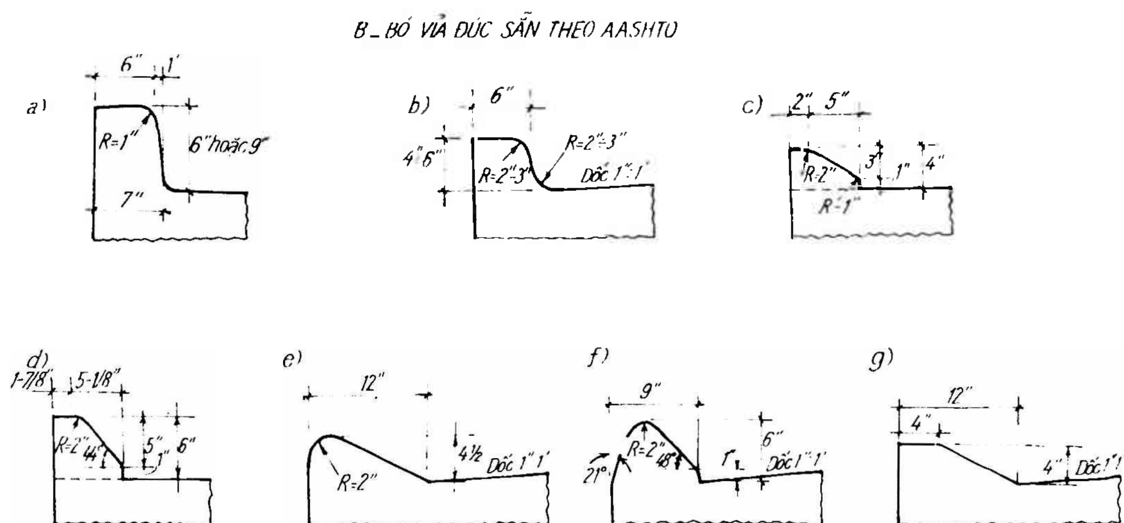
Trường hợp đường 2 chiều xe chạy có bậc cấp khác nhau, mặt cắt dọc được thiết kế theo tim mặt đường từng chiều xe chạy riêng (như hình 2.8 đã thể hiện).

Như mặt cắt ngang mẫu đường đô thị đã thể hiện trên hình 2–6, cao độ tim đường quan hệ chặt chẽ với cao độ đan rãnh, cao độ bó vỉa, cao độ mép ngoài hè đường. Độ chênh các cao độ này sẽ là hằng số với "ngầm định" là : độ dốc dọc tim đường, đan rãnh, đỉnh bó vỉa là như nhau. Quy ước "ngầm định" này được dùng với hầu hết các đoạn đường có độ dốc dọc, trừ đoạn đường độ dốc dọc bằng 0%, đan rãnh sẽ được thiết kế dạng răng cưa để dồn nước vào giếng thu hàm ếch nên độ dốc sẽ khác. Tuy nhiên các kỉ sư thiết kế vẫn nên dùng bó vỉa có chiều cao khác nhau sao cho độ dốc đỉnh bó vỉa vẫn như tim đường, nghĩa là có độ dốc 0%.

Cách xác định tương quan cao độ giữa tim đường, đan rãnh, bó vỉa thể hiện qua ví dụ hình II–1.



Thứ tự	TRƯỜNG HỢP ÁP DỤNG	Chiều dài L (m)
1	Đoạn thẳng và đường cong R > 20 m	100
2	Trong đường cong R = 10 - 20 m	40
	R = 6 - 8 m	30
	R = 2 - 4 m	20



Hình II–2 : Các loại bó vỉa đường đô thị

Chi tiết b, c cần được kĩ sư xem xét thận trọng trên cơ sở mặt đường xây dựng trước mắt, tương lai úp phủ thêm... sao cho cao độ hè và nền nhà phù hợp với quy hoạch chung. Tránh tình trạng sau này cao độ mặt đường, hè đường cao hơn cả nền nhà hai bên phố, như chúng ta đã thấy ở nhiều đô thị.

Khi thiết kế mặt cắt dọc đường đô thị, ngoài đường cong đứng quen thuộc, còn cần được xem xét, kiểm tra, điều chỉnh khi lập bản vẽ san nền chiếu đứng (xem mục II-5), khi thiết kế nút giao nhau, khi thiết kế thoát nước dọc và định vị trí giếng thu, giếng thăm (xem mục II-6 và chương VI).

II-3. THIẾT KẾ BÌNH ĐỒ

Nội dung cơ bản đã nêu ở mục 3-4 tập 1

Bản vẽ bình đồ đường đô thị xem hình 2-7 tập 1.

Cần lưu ý : Với đường đô thị, ngoài yếu tố đường cong tim tuyến, còn phải xác định yếu tố đường cong bó vỉa các nút giao nhau. Tùy bán kính cong bó vỉa mà dùng chiều dài các đoạn bó vỉa khác nhau. Xem hình II-2.

Khi thiết kế bình đồ đường đô thị, cần được xem xét, kiểm tra, điều chỉnh khi thiết kế nút giao nhau, hệ thống thoát nước dọc và định vị trí giếng thu, giếng thăm.

Trên bản vẽ bình đồ ngoài việc ghi vị trí cầu - cống thoát nước ngang đường, còn phải ghi rõ vị trí giếng thu, giếng thăm, khớp với bản vẽ san nền chiếu đứng và thoát nước. Phải ghi cả vị trí các cống kĩ thuật (có khi là cả một đoạn đường hầm) để đặt công trình ngầm ngang đường, qua nút giao nhau.

II-4. THIẾT KẾ MẶT CẮT NGANG

Như đã nêu ở mục 3.3 tập 1 gồm :

- Mặt cắt ngang mẫu
- Mặt cắt ngang thi công (mẫu)
- Mặt cắt ngang khối lượng

Quan trọng nhất là mặt cắt ngang mẫu. Qua mặt cắt ngang mẫu có thể hình dung rõ quy mô tuyến đường, phân kì xây dựng, tương quan cao độ đường với nền nhà 2 bên, vị trí công trình ngầm, cột điện, cây xanh...

Xem thêm hình 2-6 tập 1 thể hiện mặt cắt ngang mẫu đường đô thị làm mới. Hình IV-3 thể hiện mặt cắt ngang mẫu đường đô thị cải tạo.

II-5. THIẾT KẾ SAN NỀN CHIẾU ĐỨNG

Đây là bản vẽ đặc biệt quan trọng khi thiết kế đường đô thị. Bản vẽ san nền chiếu đứng là bản vẽ tổng hợp thiết kế mặt cắt dọc, bình đồ, cắt ngang, nút giao nhau, hệ thống thoát nước.

Bản vẽ san nền chiếu đứng còn là cơ sở khi thiết kế phân tấm mặt đường bê tông xi măng, sao cho cao độ các góc tấm phù hợp với độ bằng phẳng của mặt đường và chiều nước chảy.

Hình II-3 giới thiệu bản vẽ san nền chiếu đứng một đoạn đường đô thị làm mới, được vẽ trên cơ sở thiết kế mặt cắt dọc (hình 2-8), bình đồ (hình 2-7), mặt cắt ngang (hình 2-6 ở tập 1).

HƯỚNG DẪN:

- Hệ thống ký hiệu cao độ giếng và cống nên dùng thống nhất:
N_1 - Nắp hố thu; N_2 - Nắp hố thăm
c_1 - Đáy cống ngang ở hố thu, c_2 - Đáy cống ngang ở hố thăm.
a - Đáy cống dọc ở hạ lưu, b - Đáy cống dọc ở thượng lưu.
$Đ_1$ - Đáy giếng thu (khi có hố lắng bùn), $Đ_2$ - Đáy hố thăm ($Đ_1$, $Đ_2$), thường thấp hơn c_1 và a là 30 cm)

KÝ HIỆU:

8.45 (2) Cọc tim - Cao độ thiết kế.

8.97 / 8.14 — Cao độ nắp cống dọc / Cao độ đáy cống dọc
Cống dọc xây bằng gạch đậy tấm đan B=50cm.

8.85 / 8.25 (E_3) Hố thu hàm ếch và cao độ Nắp / Đáy

Cống ngang xây gạch

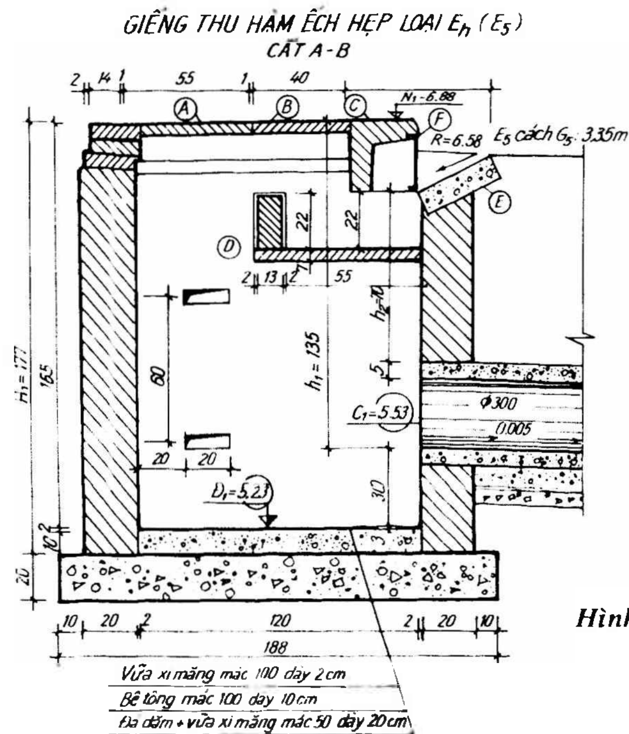
8.97 / 7.84 (G_3) Hố thăm và cao độ Nắp / Đáy

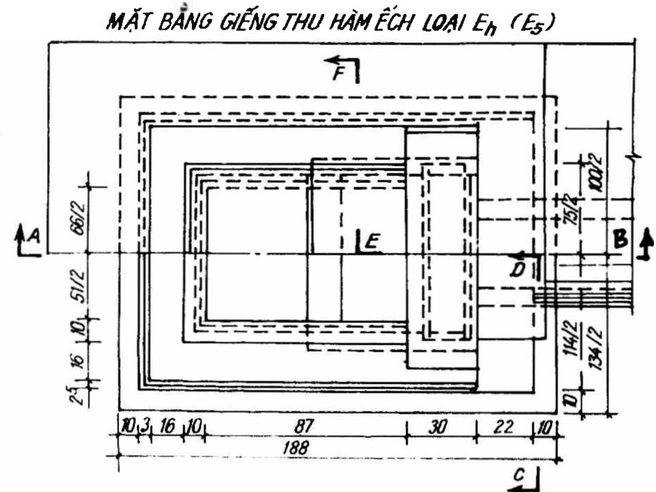
Hình II–3: *Bản vẽ san nền chiếu đứng đường đô thị làm mới*

Đường đồng mức trên bản vẽ san nền chiều đứng được vẽ với chênh lệch độ cao 10cm hoặc 5cm. Cứ 4 đường nét mảnh có 1 đường nét đậm. Nguyên tắc vẽ theo tương quan cao độ thiết kế – khoảng cách như ta vẽ đường đồng mức bình đồ.

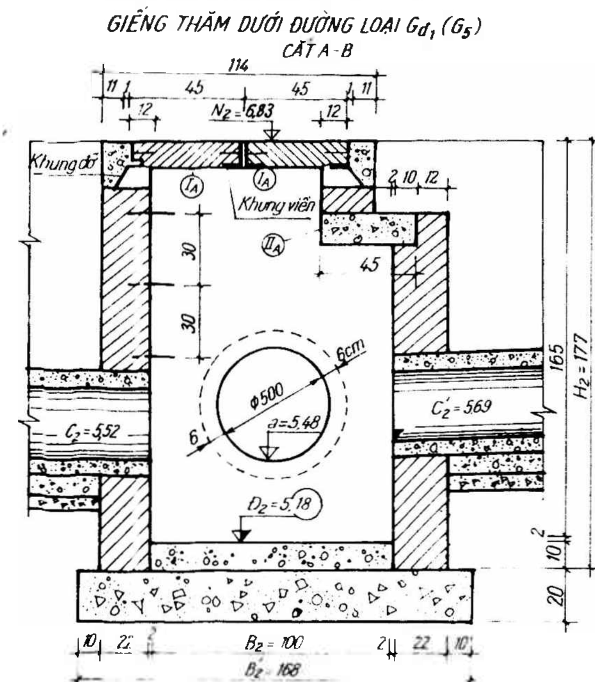
II-6. THIẾT KẾ HỆ THỐNG THOÁT NƯỚC DỌC, GIẾNG THU, GIẾNG THĂM

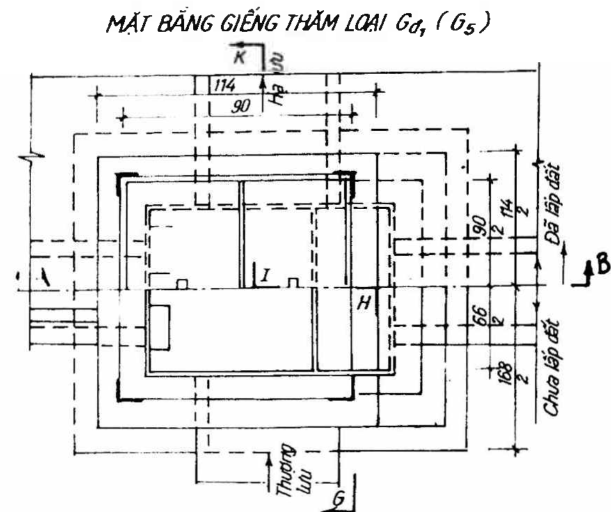
Hệ thống thoát nước dọc chính đã được quy hoạch chi tiết theo toàn khu vực. Dựa vào quy hoạch này, thiết kế cụ thể hệ thống cống dọc của tuyến đường nối vào cống chung toàn khu vực. Nội dung chính là :





Hình II–4 : Cấu tạo điển hình giếng thu hàm ếch





Hình II–5 : Cấu tạo điển hình giếng thăm

ĐOẠN $G_6 - G_8$

TỶ LỆ : Dài : 1/500
Cao : 1/100

Cao độ thiết kế nền	a	6.80		6.85		6.71		6.74
Cao độ đáy cống (m)	b	5.76		5.60		5.46 5.14		5.10
Độ sâu chôn cống (m)	c	1.07		1.25		1.25 1.57		1.64
Đường kính ϕ(mm), độ dốc i lưu lượng q l/s, tốc độ v m/s	d		ϕ400 – i=0.003 Q=62.70 – v=0.89		ϕ400 – i=0.003 Q=62.70 – v=0,89		ϕ800 – i=0,0018 Q=305.10 v=1,09	
Khoảng cách (m)	e		53.00		45.00		20.00	
Cộng dồn (m)	g	0.00		53.00		98.00		118.00
Tên giếng thăm	h	G_6		G_7		G_8		G_9
Góc quay tuyến ống	i					90°		Cửa xả

HƯỚNG DẪN : _ *Cắt dọc đường ống nước mưa phải vẽ ở toàn tuyến ống, dọc các giếng thăm và theo chiều nước chảy. Nếu vẽ nhiều đoạn trong một bản vẽ, ghi tên đoạn phía trên bản vẽ.*

_ *Ở cửa xả cần ghi rõ cao độ đáy mương, cao độ mức nước thường xuyên MNTX (là mức nước có 2 tháng trong 6 tháng mùa mưa).*

Hình II–6 : *Cắt dọc cống dọc*

– Dựa vào quy hoạch thoát nước toàn khu vực. Thí dụ toàn thị trấn T, xác định được các điểm mà đoạn đường Đ ta đang thiết kế có thể đổ nước vào tuyến cống chính đã có của thị trấn, hoặc sông, suối chảy qua thị trấn. Cao độ mức nước ở các điểm này.

– Đề ra vị trí cống dọc, phân chia lưu vực, tính toán lưu lượng nước mưa, nước bẩn (từ khu dân cư đổ ra), xác định đường kính ống cống từng đoạn.

– Sau khi định vị được cống dọc, xác định vị trí giếng thu, giếng thăm.

– Thiết kế chi tiết : mặt cắt dọc cống, kết cấu ống cống, giếng thu, giếng thăm... Quan trọng nhất là tương quan cao độ cống dọc với giếng thu, giếng thăm.

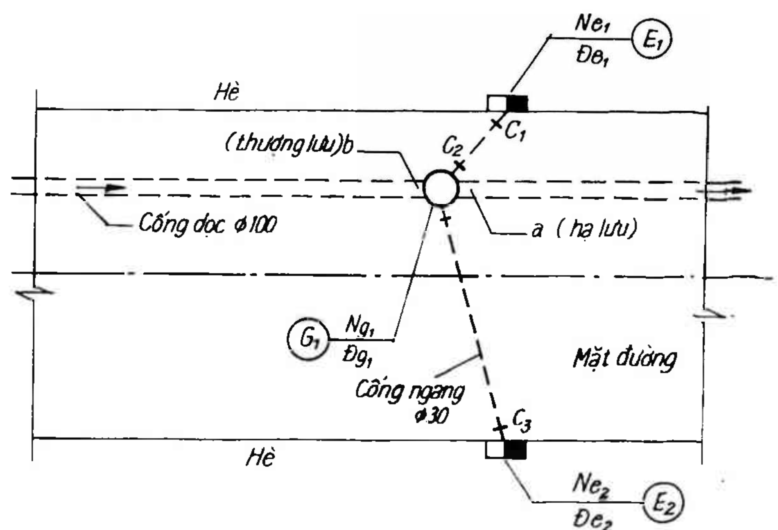
Hình II–4, II–5 giới thiệu cấu tạo điển hình giếng thu hàm ếch, giếng thăm thường dùng trong đường đô thị.

Hình II–6 là mẫu mặt cắt dọc cống dọc

Cần phân biệt :

Giếng thu hàm ếch là giếng thu nước mưa từ đan rãnh, sau đó dẫn nước qua cống ngang ϕ30cm đến cống dọc.

Giếng thăm thường là điểm cống ngang ϕ30cm đổ vào cống



Hình II–7 : *Sơ đồ các cao độ giếng thu (E), giếng thăm. ((G)*

dọc. Do đó giếng thăm thường nằm trên cống dọc.

Hệ thống cao độ đáy cống trong mạng lưới thoát nước đô thị khá phức tạp : ở giếng thăm thường có 6 cao độ : a, b, c_2, c_4. Ng, Đg (xem sơ đồ hình II-7). Các cao độ này liên hệ đến cao độ của 2 giếng thu hàm ếch. Cao độ C_1, C_3 của giếng thu hàm ếch lại phải đạt yêu cầu cấu tạo giếng thu hàm ếch (hình II-4). Và nắp của các giếng thu hàm ếch này phải phù hợp với cao độ hè (Ne_1, Ne_2).

Tính toán, xác định các cao độ này là điều không đơn giản. Kết quả cuối cùng được thể hiện trên mặt bằng hệ thống cống, cắt dọc cống và tổng hợp trong bảng thống kê cao độ đáy cống.

Hình II-8 là thí dụ đơn giản thiết kế thoát nước cho hình II-3. Ở đây cống dọc là cống xây đậy tấm đan dọc hè. Các giếng thu hàm ếch E_1, E_2... giếng thăm G_1, G_2... đều là các hố thu xây gạch đơn giản.

Để bản vẽ thiết kế mạng lưới thoát nước rõ ràng có thể quy định như sau :

Kí hiệu E là các giếng thu hàm ếch

Kí hiệu G là các giếng thăm

Ở mỗi vị trí giếng thu, giếng thăm chỉ cần ghi tên giếng, cao độ nắp, cao độ đáy như sau :

Tên giếng thu E_2 : $\dfrac{\text{Ne – cao độ nắp}}{\text{Đe – cao độ đáy}}$; Tên giếng thăm G_1 : $\dfrac{\text{Ng – cao độ nắp}}{\text{Đg – cao độ đáy}}$;

a – là cao độ hạ lưu thấp nhất ở giếng thăm, (một giếng thăm có thể có 2 – 3 cao độ đáy cống phía hạ lưu). Theo quy định cấu tạo giếng thăm, cao độ a bao giờ cũng cao hơn Đg 30cm.

b – cao độ đáy cống phía thượng lưu

c_1, c_3, c_5 (số lẻ) – là cao độ cống ϕ30cm ở giếng thu chảy về giếng thăm. Theo quy định cấu tạo c_1, c_3, c_5... bao giờ cũng cao hơn Đe 30cm.

c_2, c_4, c_6... (số chẵn) là cao độ đáy cống ϕ30cm ở điểm đổ vào giếng thăm.

Ne, Ng là cao độ nắp giếng thu, giếng thăm xác định từ bản vẽ san nền chiếu đứng, ứng với cao độ vị trí nắp giếng.

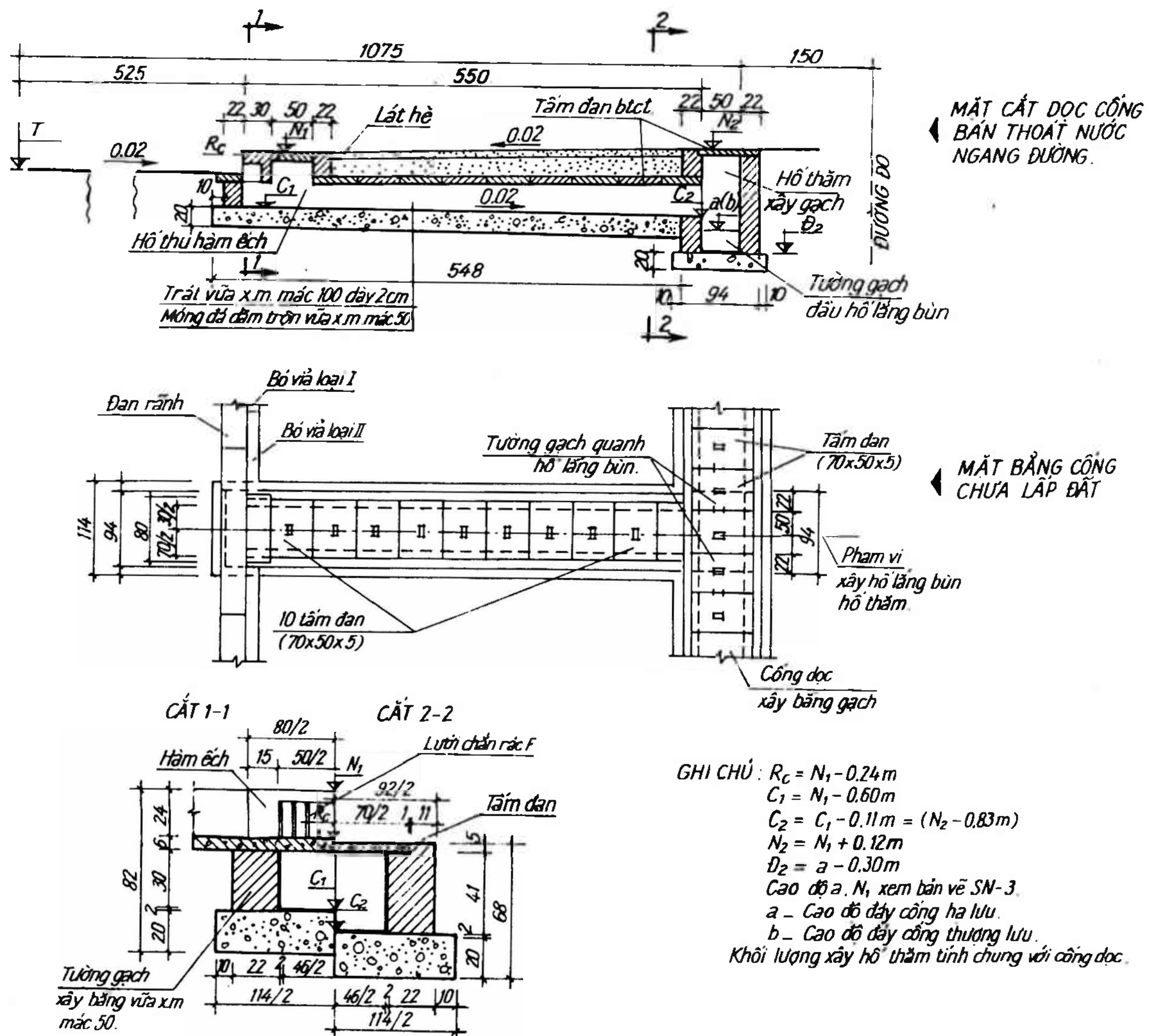
Nói chung, các cao độ a, b, c, c_1, c_3, c_5..., c_2, c_4, c_6... nên lập thành bảng (xem bảng IV-1, IV-2 chương IV).

II-7 THIẾT KẾ TỔNG HỢP VỊ TRÍ CÁC CÔNG TRÌNH KĨ THUẬT

Hồ sơ thiết kế đường đô thị hoàn chỉnh bao gồm nhiều chuyên ngành khác nhau : kĩ thuật cầu – đường, cấp thoát nước, cấp điện, thông tin, cây xanh... Theo nhiệm vụ thiết kế (hoặc dự án khả thi) từng kĩ sư chuyên ngành thiết kế chi tiết. Trong quá trình đó, kĩ sư chủ nhiệm đồ án có trách nhiệm trước hết là xem xét tổng hợp, thảo luận vị trí đặt các hạng mục khác nhau dọc tuyến đường và ở các nút giao nhau : vị trí cống thoát nước, cáp điện cao thế, cột điện chiếu sáng, ống cấp nước, cây xanh... Vị trí này được xác định theo mặt bằng và cả độ sâu, độ cao. ở các nút giao nhau, công trình nào trên, công trình nào dưới ? Tất cả phải sao cho bảo đảm yêu cầu kĩ thuật, không ảnh hưởng hoặc phá hỏng lẫn nhau, dễ sửa chữa thay thế khi cần thiết.

Hình II-9 giới thiệu khái quát quy định đặt các công trình trên mặt cắt ngang đường.

Với thành phố lớn, các công trình ngầm có thể đặt trong một đường hầm, hoặc ít ra là qua các nút giao nhau phức tạp. Xem hình II-10.



BẢNG THỐNG KÊ CAO ĐỘ HỐ THU-THĂM VÀ CỐNG THOÁT NƯỚC

THỨ TỰ	TÊN GIẾNG	CAO ĐỘ (m)									GHI CHÚ
		T	R_c	N_1	N_2	C_1	C_2	b	a	$Đ_2$	
1	E_1	8.87	8.78	9.02		8.42					
2	G_1				9.14		8.31	8.31	6 31	8.01	
3	E_2	8.26	8.11	8.35		7.75					
4	G_2				8.42		7.64	—	—	7.34	
5	E_3	8.82	8.61	8.85		8.25					
6	G_3				8.97		8.14	8.14	8.14	7.84	
7	E_4	7.94	7.74	7.98		7.38					
8	G_4				8.10		7.27	7.27	7.27	6.97	
9	G_4^A				8.22			7.39	7.39	6.42	
10	E_5	8.10	7.90	8.14		7.54					
11	G_5				8.26		7.43	7.43	7.43	7.13	
12	E_7										
...											
...											
15	G_7										

KHỐI LƯỢNG 1 CỐNG NGANG

T.T	HẠNG MỤC VẬT LIỆU	ĐƠN VỊ	KH.LƯỢNG
1	_ Hàm ếch	cái	1
2	_ Tấm đan b.t.c.t mác 200 (70x50x5)	tấm	10
3	_ Tường gạch xây vữa xi măng mác 50	m^3	1.02
4	_ Móng đá dăm trộn vữa xi măng mác 50	—	1.25
5	_ Trát lòng cống vữa x.m mác 100 dầy 20mm	m^2	6.34
6	_ Đào đất	m^3	8.35
7	_ Đắp đất	m^3	3.90

KHỐI LƯỢNG 1m CỐNG DỌC

T.T	HẠNG MỤC VẬT LIỆU	ĐƠN VỊ	KH. LƯỢNG
1	_ Móng đá dăm trộn vữa xi măng mác 50	m^3/m	0.228
2	_ Tường gạch xây vữa xi măng mác 50	m^3/m	0.440
3	_ Trát lòng rãnh vữa x.m. mác 100 dầy 20mm	m^2/m	2.500

HƯỚNG DẪN : _ Tương quan cao độ ghi ở trên cần bảo đảm ở hầu hết cống ngang để dễ thi công. Trường hợp đặc biệt do san nền ở ngã tư, quy luật N_1, N_2 có thay đổi (như E_2, G_2, cao độ N_2 chỉ cao hơn N_1 có 7cm). Các cao độ khác vẫn theo quy luật.
_ R_c là cao độ cấu tạo ở cửa giếng thu thấp hơn cao độ R ghi ở cắt dọc 9cm.

Hình II-8 : *Thí dụ thiết kế mạng lưới thoát nước cho hình II-3.*

Bảng II-1, II-2, II-3 giới thiệu quy định vị trí công trình ngầm theo quy phạm thiết kế đường đô thị của Việt Nam 20TCN-104-83.

Bảng II-1

Loại công trình ngầm	Chiều sâu tối thiểu đặt công trình ngầm tính từ đỉnh ống (m)
Ống cấp nước đặt dưới vỉa hè	0,5
Ống cấp nước đặt dưới phần xe chạy :	
Đường kính ống bằng và nhỏ hơn 300mm	0.8
Đường kính ống bằng và lớn hơn 300mm	1,0
Cáp (tới vỏ cáp) đặt dưới hè	0,7
Cáp (tới vỏ cáp) đặt dưới lòng đường	1,0

Bảng II-2

Tĩnh không tối thiểu đặt công trình ngầm tới móng nhà cửa, thiết bị (m)							
Loại công trình ngầm	Mép móng nhà và công trình	Cột điện (chiếu sáng tiếp xúc, thông tin)	Tới ray đường sắt gần nhất nhưng không nhỏ hơn chiều sâu hào, tính từ chân nền đắp.	Đường xe điện (tính từ đường ray ngoài cùng)	Tường hay trụ cầu vượt hầm tính trên cao độ nền của móng hay thấp hơn	Tới bó vỉa	Tới mép ngoài của rãnh bên hay chân của nền đắp
Ống cấp nước	5	1,5		2	5	2	1
Ống thoát nước	3	3	4	1,5	3	1,5	1
Cáp điện, cáp thông tin	0,6	0,5	3	2	0,3	1,5	1

Chú thích :

1. Với ống dẫn nước có áp, khoảng cách tới nhà ở, công trình, thiết bị chọn như ống cấp nước.

2. Khi đặt ống cấp thoát nước cao hơn nền của cầu vượt, hay hầm với khoảng cách lớn hơn hay bằng 0,5m thì khoảng cách của ống này tới móng không nhỏ hơn 2m.

Bảng II-3

Tĩnh không tối thiểu giữa các công trình ngầm (m)				
Loại công trình	Ống cấp nước	Ống thoát nước	Cáp điện lực	Cáp thông tin
Ống cấp nước	1,5		0,5	0,5
Ống thoát nước		0,4	0,5	0,5
Cáp điện lực	0,5	0,5	0,1 - 0,5	0,5
Cáp thông tin	0,5	0,5	0,5	

Chú thích :

1. Khi cao độ của mạng lưới so với móng của nhà của công trình chênh lệch nhiều thì những khoảng cách ghi trong các bảng trên phải kiểm tra lại có tính đến góc nghỉ tự nhiên của đất móng hào cạnh đó.

2. Trong điều kiện đặt mạng lưới có khó khăn, khoảng cách ghi trong chỉ dẫn của bảng có thể giảm xuống khi có các căn cứ xác đáng.

3. Khi đặt ống cấp nước song song với ống thoát nước thì khoảng cách giữa các ống không được nhỏ hơn 1,5m khi đường kính ống 200mm và không nhỏ hơn 3,0m khi đường kính ống lớn hơn 200mm. Trường hợp này ống cấp nước phải là ống kim loại.

Cũng như trường hợp trên, nhưng khi ống cấp nước đặt thấp hơn ống thoát nước thì khoảng cách trong bảng phải tăng thêm một trị số bằng hiệu số chiều sâu đặt các ống đó.

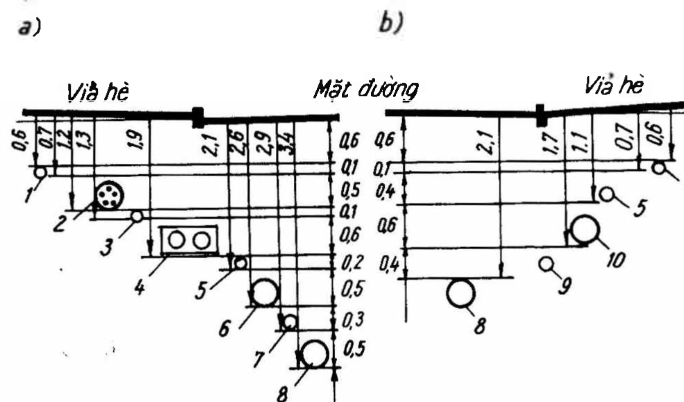
4. Trong điều kiện thi công khi đặt đường ống dẫn nước khoảng cách giữa đường cáp điện lực và ống cấp nước tối thiểu là 1m khi đồng thời đặt song song.

Trong cùng 1 hào có 2 đường ống dẫn trở lên thì khoảng cách tối thiểu tĩnh không giữa chúng phải lấy :

- Với ống có đường kính quy ước dưới 300mm thì lấy không nhỏ hơn 0,4m.
- Với ống có đường kính quy ước trên 300mm thì lấy không nhỏ hơn 0,5m.

Hình II–11 giới thiệu một cống kĩ thuật làm sẵn ở nút giao nhau hoặc ở một số điểm dự phòng (dọc tuyến) để tương lai có thể đặt các đường dây cáp, ống cấp thoát nước qua đường mà không phải đào phá mặt đường.

Hình V–7 giới thiệu cách thể hiện bản vẽ tổng hợp công trình kĩ thuật trong một khu công trình nhỏ. Với đường thành phố nói chung, ít ra việc thiết kế tổng hợp công trình kĩ thuật cũng phải được quan tâm thiết kế như vậy. Thực tế hiện nay trong các thành phố, thị xã... các công trình ngầm do nhiều cơ quan khác nhau làm : xí nghiệp cấp thoát nước làm cống và đường ống cấp nước, Sở Điện lực đặt cáp điện, Sở Bưu điện đặt cáp thông tin... Các hệ thống đó không được tập trung quản lí chỉ đạo theo một quy hoạch, một giải pháp kĩ thuật thống nhất, chồng chéo lên nhau. Tình hình này dẫn đến một "mạng nhện" công trình ngầm như hình II–12, là thực tế ở một nút giao nhau của Hà Nội.



Hình II–9 : Quy định đặt công trình ngầm trên mặt cắt ngang đường
1. Cáp điện hạ thế ; 2. Cáp điện thoại ;
3. Cáp điện cao thế ; 4. Ống cấp nhiệt ;
5. Ống cấp gaz ; 6. Cống thoát nước mưa ;
7. Ống cấp nước ; 8. Cống thoát nước bẩn ;
9. Ống cấp nước ; 10. Cống thoát nước chính.

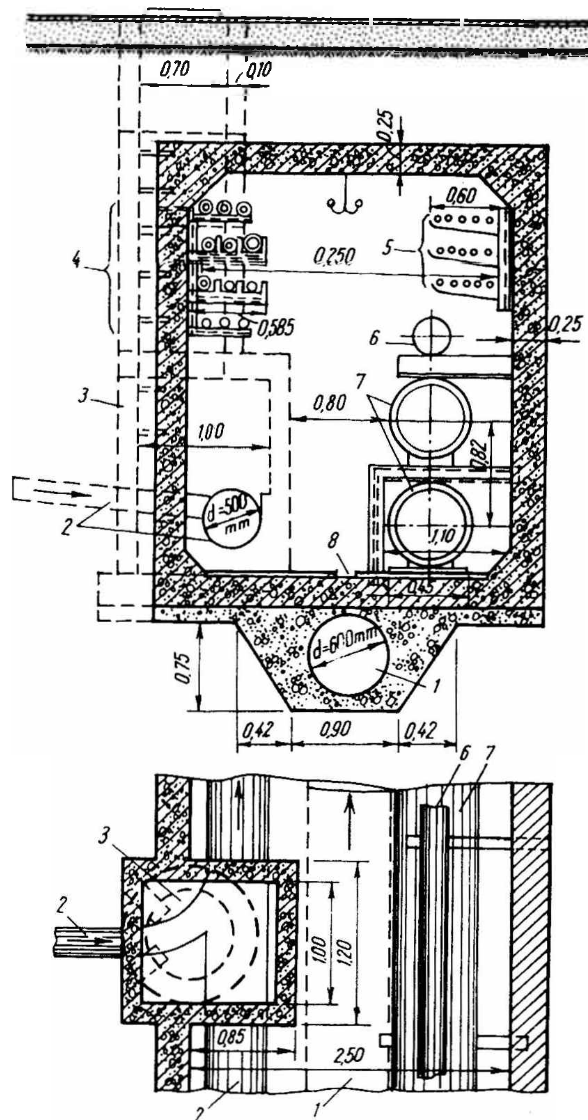
II–8. CHƯƠNG TRÌNH PHẦN MỀM THIẾT KẾ ĐƯỜNG

Hiện nay, ở Việt Nam đã có khá nhiều chương trình phần mềm về thiết kế đường (như (LOBA, SOFTDESK...). Các chương trình đó, giúp kĩ sư thiết kế lập các bản vẽ bình đồ, mặt cắt dọc, cắt ngang, tính khối lượng. Tuy vậy, khi sử dụng, thường phải có một số điều chỉnh

cho phù hợp với tiêu chuẩn thiết kế của Việt Nam như siêu cao, độ mở rộng, chiều dài đoạn nối tiếp mở rộng đường cong v.v... Ngay cả phương trình đường cong đứng, có khi phương trình dùng trong máy tính cũng khác với phương trình đường cong tròn, đường cong parabol mà Việt Nam quen dùng.

Với đường đô thị, hệ thống công trình ngầm hiện đã có phần mềm về hệ thống thông tin bản đồ (Geographic Information System – GIS), trong đó có nhiều lớp bản đồ, cung cấp cho ta các thông tin như :

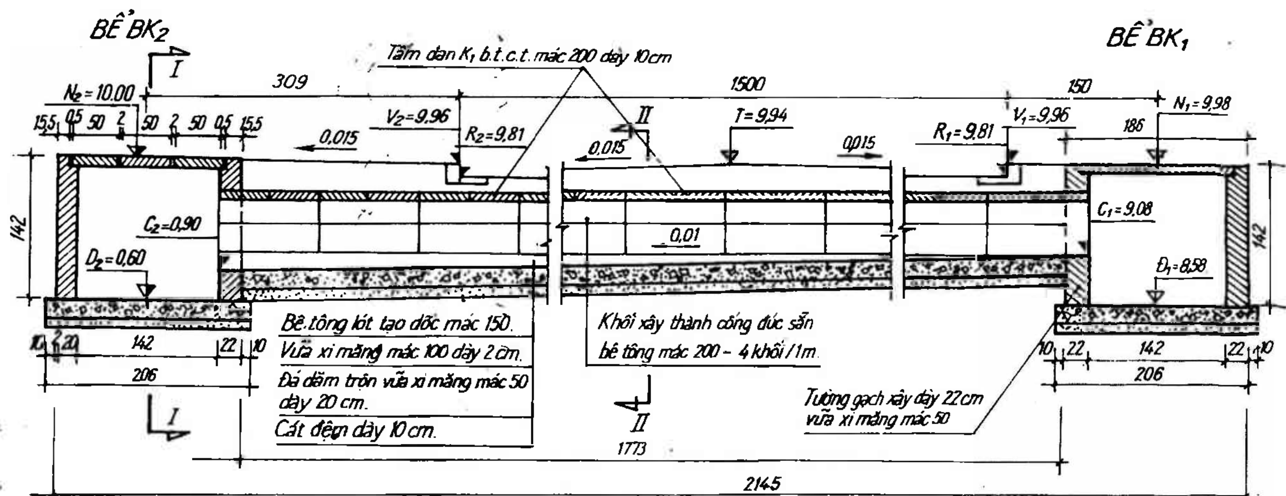
- Mạng lưới đường giao thông đô thị
- Mạng lưới ống cấp nước sạch, cống thoát nước thải
- Hệ thống đèn chiếu sáng, đèn giao thông, mạng điện thoại



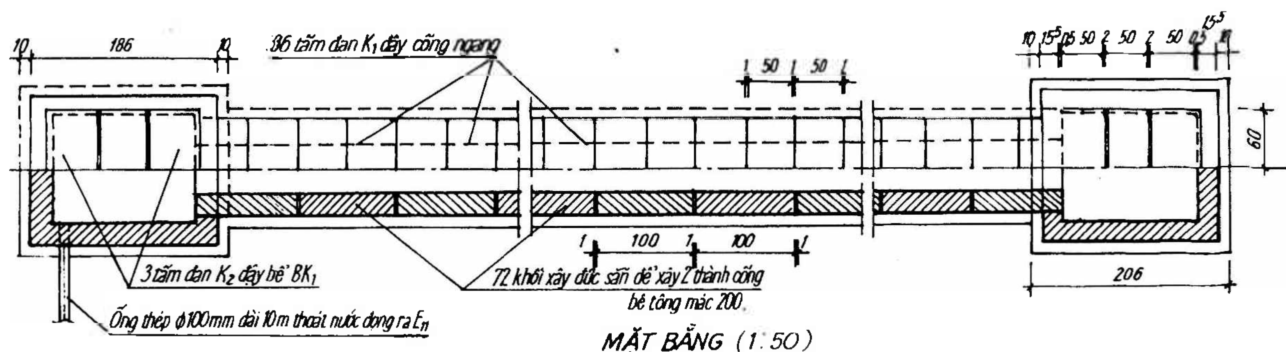
CHÚ THÍCH

1 _ Thoát nước mưa.
2 _ Thoát nước.
3 _ Giếng thăm.
4 _ Cáp điện.
5 _ Cáp điện thoại.
6 _ Cấp nước.
7 _ Cấp nhiệt.
8 _ Rãnh.

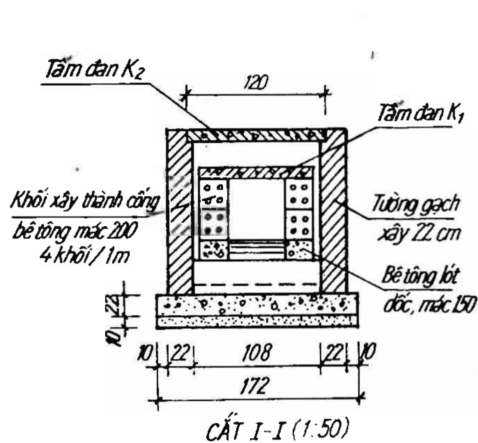
***Hình II–10** : Hầm đặt các công trình ngầm*



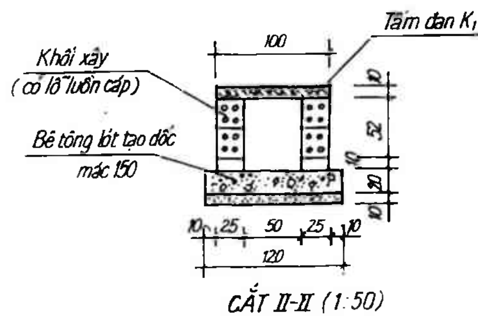
CẮT DỌC CỐNG KỸ THUẬT (1:50)



MẶT BẰNG (1:50)



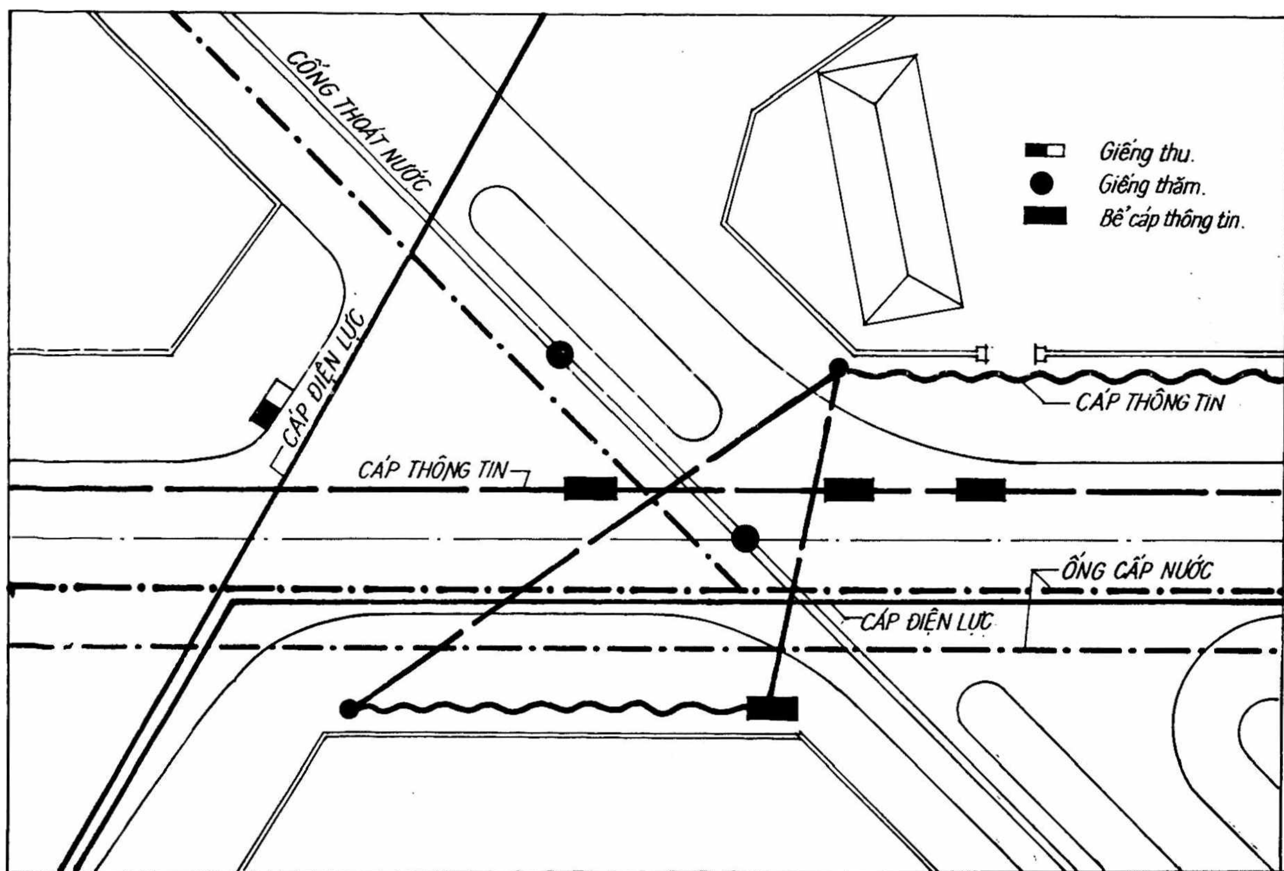
CẮT I-I (1:50)



CẮT II-II (1:50)

GHI CHÚ: Đơn vị kích thước: cm ; cao độ: m.

Hình II-11 : Cống kĩ thuật đặt công trình ngầm qua nút giao nhau



Hình II-12 : Thực tế công trình ngầm ở một nút giao nhau của Hà Nội

Chương III

THIẾT KẾ ĐƯỜNG ĐÔ THỊ THEO AASHTO

III-1. TIÊU CHUẨN THIẾT KẾ ĐƯỜNG ĐÔ THỊ THEO AASHTO

Bảng III-1, tóm tắt một số tiêu chuẩn chính thiết kế đường đô thị theo AASHTO. Đơn vị dùng theo hệ inche và mét.

Bảng III-1

Tiêu chuẩn thiết kế đường đô thị theo AASHTO

Loại đường / Tiêu chuẩn thiết kế	Đường đô thị cao tốc (Urban Freeways)	Đường phố trục chính (Arterial Streets)		Đường phố tập hợp (Collector Street)		Đường phố khu vực (Local Streets)
		Chính	Thứ yếu	Chính	Phụ	
1	2	3	4	5	6	7
1. Thời hạn tính lưu lượng thiết kế (năm)	20	20		20		10-20
2. Lưu lượng xe thiết kế ADT(xe/ngày-đêm)	tính 20 năm	20		20		10-20
DHV (xe/h-cao điểm)	tính 20 năm	20		20		10-20
3. Mức độ phục vụ	B-C	Tùy khả	năng	chỗ giao	nhau	
4. Tốc độ thiết kế (mph) (km/h)	50-70 (80-110)	40-60 (65-95)		> 30 (> 50)		20-30 (30-50)
5. Số làn xe		4-8		2 + 1 làn đỗ xe		Thêm 1 làn đỗ xe
6. Bề rộng mặt đường (ft) (m)		theo ADT		10-12 (3,0-3,6)		10-12 (3,0-3,6)
7. Bề rộng hè (ft) (m)		8-12 (2,4-3,6)		4-8 (1,2-2,4)		4-8 (1,2-2,4)
8. Siêu cao *e* max (%)	Như bảng	4-1-Tập 1				
9. Bán kính nằm R_{min}	Như bảng	4-1				
10. Độ mở rộng W	Xem bảng	4-10				
11. Độ dốc dọc i max (%)	-	-	-	-	-	4-8
v = 20mph (Đồng bằng - Đồi - Núi)	-	-		9 -12-14		
= 30 mph	-	8-9-11		9-11-12		

1	2	3	4	5	6	7
= 40 mph	-	7-8-10		9-10-12		
= 50 "	4-5-6	6-7-9		7-8-10		
= 60 "	3-4-6	5-6-8		6-7-9		
= 70 "	3-4-5	-		5-6-7		
12. Đường cong đứng	Xem 4-5	Tập 1				
13. Tầm nhìn d, ft (m)						
v = 20mph			-	800 (245)		800 (245)
v = 30mph		1100(335)		1100(335)		1100(335)
= 40 "		1500(460)		1500(460)		1500(460)
= 50 "		1800(550)		1800(550)		1800(550)
= 60 "		2100(640)		2100(640)		2100(640)
= 65 "		2300(700)		2300(700)		
= 70 "		2500(760)		2500(760)		

So sánh bảng 4-1 tập 1 (Tiêu chuẩn thiết kế đường ngoài đô thị theo AASHTO) với bảng III-1 sẽ cho ta khái quát sự khác nhau và giống nhau về tiêu chuẩn thiết kế đường ngoài đô thị và đường đô thị theo AASHTO.

Do đường ngoài đô thị và đường đô thị thường tiếp nối vào nhau nên khi vận dụng tiêu chuẩn thiết kế AASHTO còn xếp đường ngoài đô thị và đường đô thị tốc độ cao cùng chung một số tiêu chuẩn. Trường hợp khác, đường ngoài đô thị và đường đô thị tốc độ thấp cùng chung một số giải pháp thiết kế.

- Lưu lượng xe thiết kế đường ngoài đô thị và đường đô thị đều tính với tương lai 20 năm.
- Tốc độ thiết kế quy định với đường đô thị thường thấp hơn 10 - 20 km/h so với đường ngoài đô thị cùng cấp.
- Tầm nhìn d (trong bảng III-1) là tầm nhìn 2 chiều (passing sign distance), còn gọi là tầm nhìn vượt xe.
- Tầm nhìn dừng xe (stopping sign distance) quy định :

  Với đường phố khu vực 125 - 200 ft (38 - 60m)

  Với đường phố tập hợp 200 - 375ft (60 - 145m).
- ADV (Average Daily Volume) : lưu lượng xe trung bình một ngày-đêm.
- DHV (Design Houre Volume) : lưu lượng xe - giờ thiết kế.
- Phân loại mức độ phục vụ xem bảng 4-4 tập 1.

III-2. TÓM TẮT CHỈ TIÊU, GIẢI PHÁP KĨ THUẬT KHI THIẾT KẾ ĐƯỜNG ĐÔ THỊ THEO AASHTO

Các chỉ tiêu, giải pháp kĩ thuật nêu trong bảng III-2 cũng có ý nghĩa tương tự như nội dung hồ sơ thiết kế đường đô thị theo AASHTO.

Nội dung thiết kế đường đô thị theo AASHTO

Bảng III-2

Đường phố khu vực	Đường phố tập hợp	Đường phố trục chính
1	2	3
A. Chỉ tiêu chung	*A. Chỉ tiêu chung*	*A. Chỉ tiêu chung*
1. Lưu lượng xe thiết kế	1. Lưu lượng xe thiết kế	1. Lưu lượng xe thiết kế
2. Tốc độ thiết kế	2. Tốc độ thiết kế	2. Tốc độ thiết kế
3. Tầm nhìn	3. Tầm nhìn	3. Mức độ phục vụ
4. Độ dốc dọc	4. Độ dốc dọc	4. Tầm nhìn
5. Bình đồ toàn tuyến	5. Bình đồ toàn tuyến	5. Độ dốc dọc
6. Dốc ngang mặt đường	6. Dốc ngang mặt đường	6. Bình đồ toàn tuyến
7. Siêu cao	7. Siêu cao	7. Dốc ngang mặt đường
8. Số làn xe	8. Số làn xe	8. Siêu cao
9. Bề rộng nền-mặt đường	9. Bề rộng nền-mặt đường	9. Tĩnh không đứng
10. Dải phân cách	10. Làn đỗ xe	10. Dải phân cách
11. Bó vỉa	11. Dải phân cách	11. Số làn
12. Thoát nước	12. Bó vỉa	12. Bề rộng nền đường
13. Quay xe ở ngõ	13. Thoát nước	13. Dải phân cách
14. Ngõ	14. Đường đi bộ	14. Bó vỉa và vai đường
15. Đường đi bộ	15. Ngõ tránh xe	15. Thoát nước
16. Điểm hạ thấp bó vỉa	16. Điểm hạ thấp bó vỉa	16. Bờ và đường đi bộ
17. Ngõ tránh xe	17. Bề rộng đường trên cầu	17. Giao nhau với đường sắt
18. Bề rộng đường trên cầu	18. Tĩnh không ngang	18. Làn đỗ xe
19. Tĩnh không ngang	19. Tĩnh không đứng	19. Bề rộng đường trên cầu
20. Tĩnh không đứng	20. Dải đất dành cho đường	20. Tĩnh không ngang
21. Dải đất bao quanh	21. Dự trù tiện ích	21. Dải đất cho đường và cắt ngang
22. Dải đất dành cho đường	22. Dải đất bao quanh	22. Rào chắn
23. Dự trù tiện ích	23. Thiết kế chỗ giao nhau	
24. Thiết kế chỗ giao nhau	24. Giao nhau với đường sắt	*B. Kiểm tra thực trạng*
25. Giao nhau với đường sắt	25. Chiếu sáng đường phố	1. Kiểm tra trọng điểm
26. Chiếu sáng đường phố	26. Điều khiển giao thông	2. Kiểm tra theo vùng
27. Điều khiển giao thông	27. Chống xói mòn	3. Kiểm tra quy luật tránh xe
28. Chống xói mòn	28. Đất phong cảnh	4. Kiểm tra thiết kế các yếu tố hình học
29. Đất phong cảnh		
30. Đường xe đạp		5. Tình trạng bộ hành

1	2	3
		Điểm hạ thấp bó vỉa
B. Đường chuyên dụng		6. Dự trù tiện ích
1. Xem xét chung		7. Thiết kế nút giao nhau
2. Tốc độ thiết kế		8. Kiểm tra các hoạt động và quy luật
3. Xe thiết kế		– Về điều khiển giao thông
4. Tầm nhìn		– Xác định các quy luật
5. Tầm nhìn 2 chiều		9. Thực trạng các làn xe
6. Độ dốc		– Một chiều
7. Đường cong đứng		– Hai chiều
8. Bình đồ chung		10. Đường bao ngoài và dải
9. Số làn xe		phân cách
10. Chiều rộng mặt – vai đường		11. Độ dốc phân cách và chuyển tiếp
11. Cắt ngang mặt đường		
12. Vùng bao quanh		12. Kiểm tra xói mòn
13. Ta luy đường		13. Chiếu sáng
14. Rào chắn cạnh đường		14. Đường xe chạy
15. Dấu hiệu trên đường		15. Phương tiện giao thông
16. Kết cấu		công cộng
		– Chỗ đỗ xe buýt
C. Nguồn phát triển đường		– Điểm quay xe buýt
		– Làn quay xe buýt
D. Đường phục vụ khu vực		– Kiểm tra lưu thông

1. Ghi chú :

Ý nghĩa, số liệu, cách thiết kế một số chỉ tiêu chính, một số loại đường sẽ lần lượt giới thiệu ở các mục sau. Chi tiết đầy đủ tham khảo thêm tài liệu "A Policy on Design of Highways and Streets" của AASHTO.

Ý nghĩa của một số chỉ tiêu (thuật ngữ) giải thích tóm tắt như sau :

– *Dải đất bao quanh (Borde Area)* : là dải đất dọc phố, để bảo đảm an toàn cho xe máy, bộ hành, chỗ đỗ xe, đặt công trình ngầm, cải thiện môi trường...

– *Dự trù tiện ích (Provision for Utilities)* : tùy theo quy định từng địa phương, nhằm mục đích điều hòa các phương tiện công cộng phục vụ xe chạy, giảm tối thiểu trở ngại giao thông trên phố chính và xâm phạm dải đất dành cho đường phố. (Thí dụ như nơi đặt trạm bán xăng, bán vé qua cầu...).

– *Đất phong cảnh (Lanscaping)* : để chống xói mòn, trồng cây phong cảnh, bảo đảm an toàn cho bộ hành. Chú ý bảo đảm tầm nhìn xe chạy khi trồng cây...

– *Chống xói mòn (Erosion Control)* : là một nội dung thiết kế đề cập đến tùy theo điều kiện khí hậu từng địa phương, nhằm bảo vệ mặt đất tự nhiên, nguồn tài nguyên...

2. Một số nhận xét :

Phương pháp thiết kế bình đồ, mặt cắt dọc, cắt ngang đường phố theo AASHTO về cơ bản như đã nêu ở chương 4 tập I. Sự khác biệt khi thiết kế đường đô thị thể hiện ở các điểm sau (ngoài các đặc điểm chung của đường đô thị đã nêu ở chương I) :

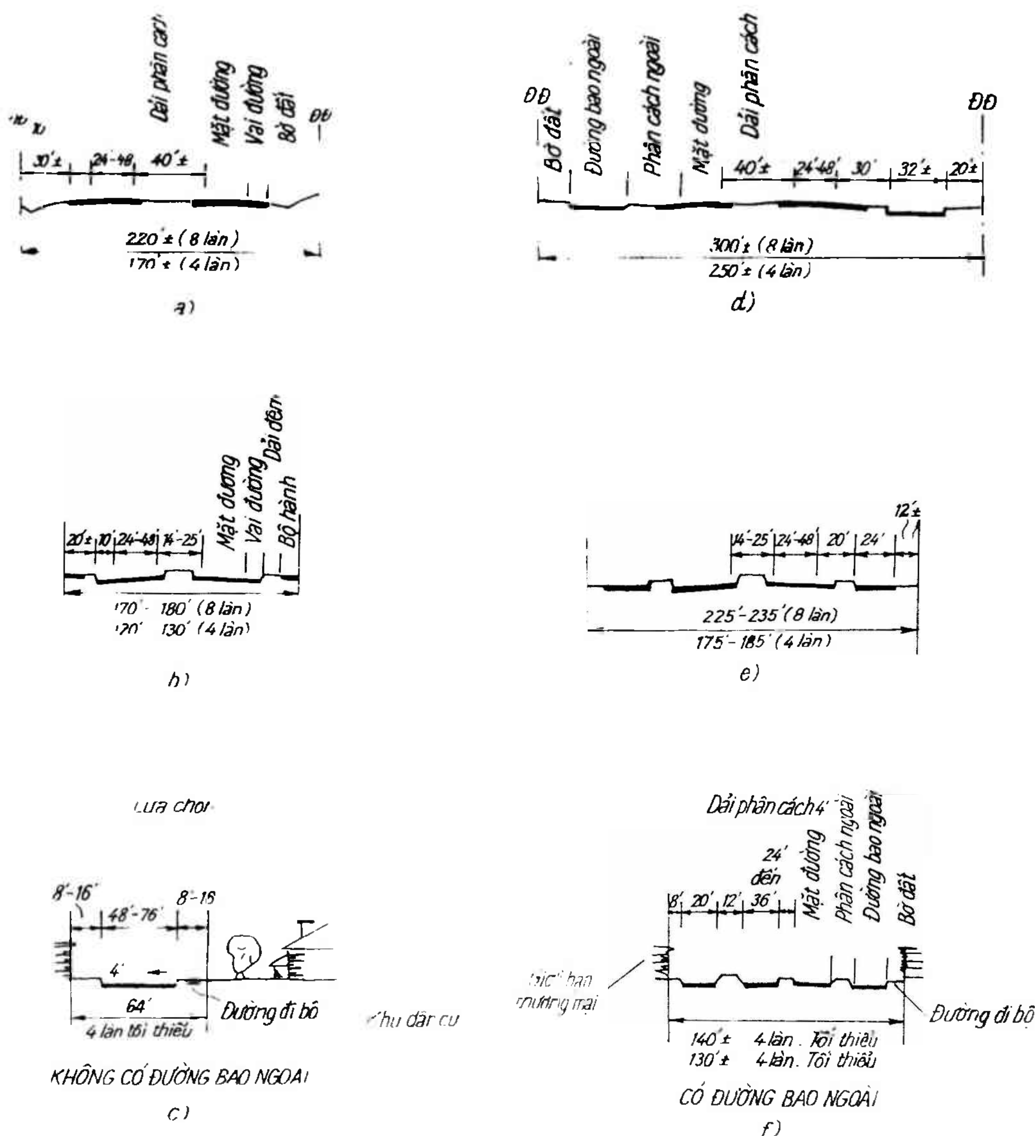
- Số làn xe dựa trên cơ sở lưu lượng xe thiết kế, còn phụ thêm 1 - 2 làn xe ở chỗ đỗ xe, chỗ giao nhau.

- Giới hạn đường đỏ (tức dải đất dành cho đường - right of way) thường bao gồm dải đất dự phòng (border area), đất phong cảnh (landscaping) và đề chống xói mòn.

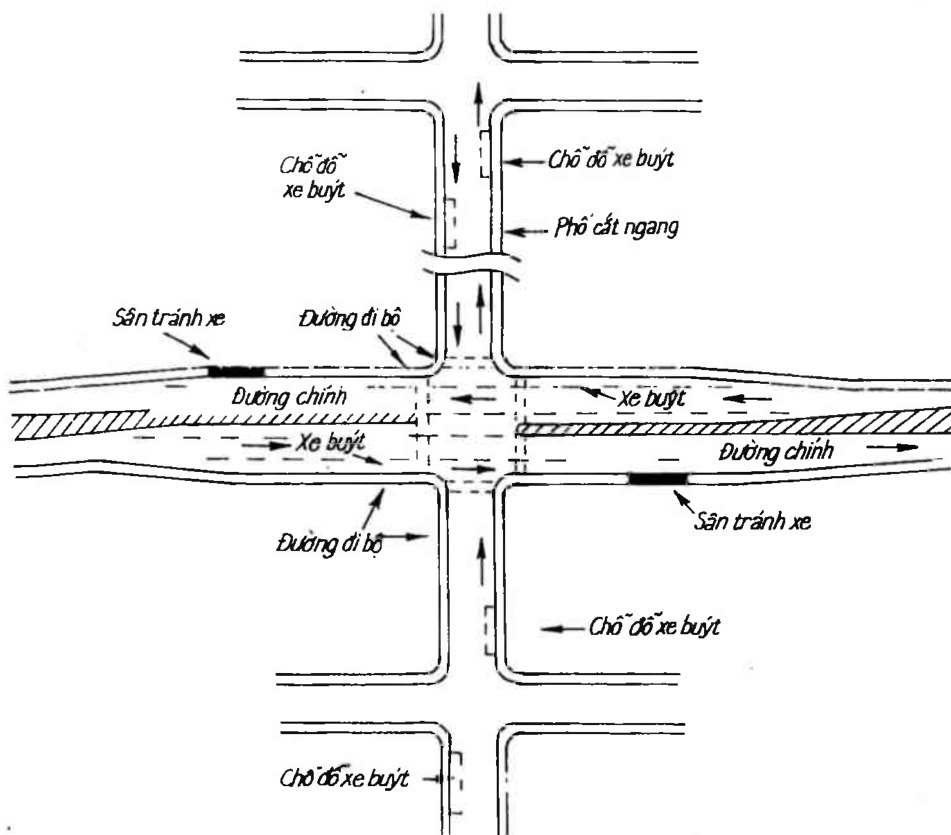
- Với đường phố trục chính, đường cao tốc thường bố trí đường bao ngoài (frontage road) để chuyển làn giao thông, chỗ đỗ xe buýt, xây dựng khu thương mại hai bên đường phố... xem mục III-3.

- Hè phố đã quan tâm đến chi tiết : bố trí các điểm hạ thấp bó vỉa để rẽ vào các khu nhà thuận lợi, để bộ hành qua đường thuận lợi với cả các người tàn tật đi xe đẩy. (Kết cấu bó vỉa này chính là bó vỉa loại III trên hình II-2). Ở Hà Nội, lát hè phố thời Pháp trước đây có quan tâm chu đáo tới chi tiết này. Nhưng nhiều năm qua, hè phố Hà Nội thường "cao liên tục" nên nhân dân phải tự xây thêm đoạn tiếp nối làm tắc nghẽn nước chảy ở đan rãnh, hoặc làm các lưới thép gác nối bó vỉa với mặt đường rất mất mĩ quan.

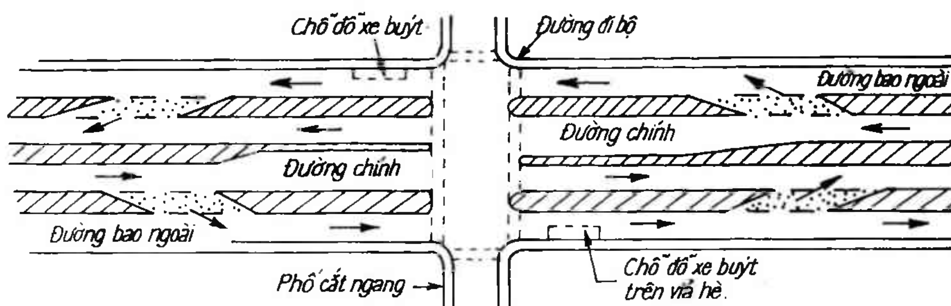
Để minh họa cho các yếu tố hình học của đường theo AASHTO xem hình III-1, III-2, III-3.



***Hình III-1** : Mặt cắt ngang đường phố trục chính có và không có đường bao ngoài*



a) TRÊN ĐƯỜNG TIẾP GIÁP



b) TRÊN ĐƯỜNG BAO NGOÀI

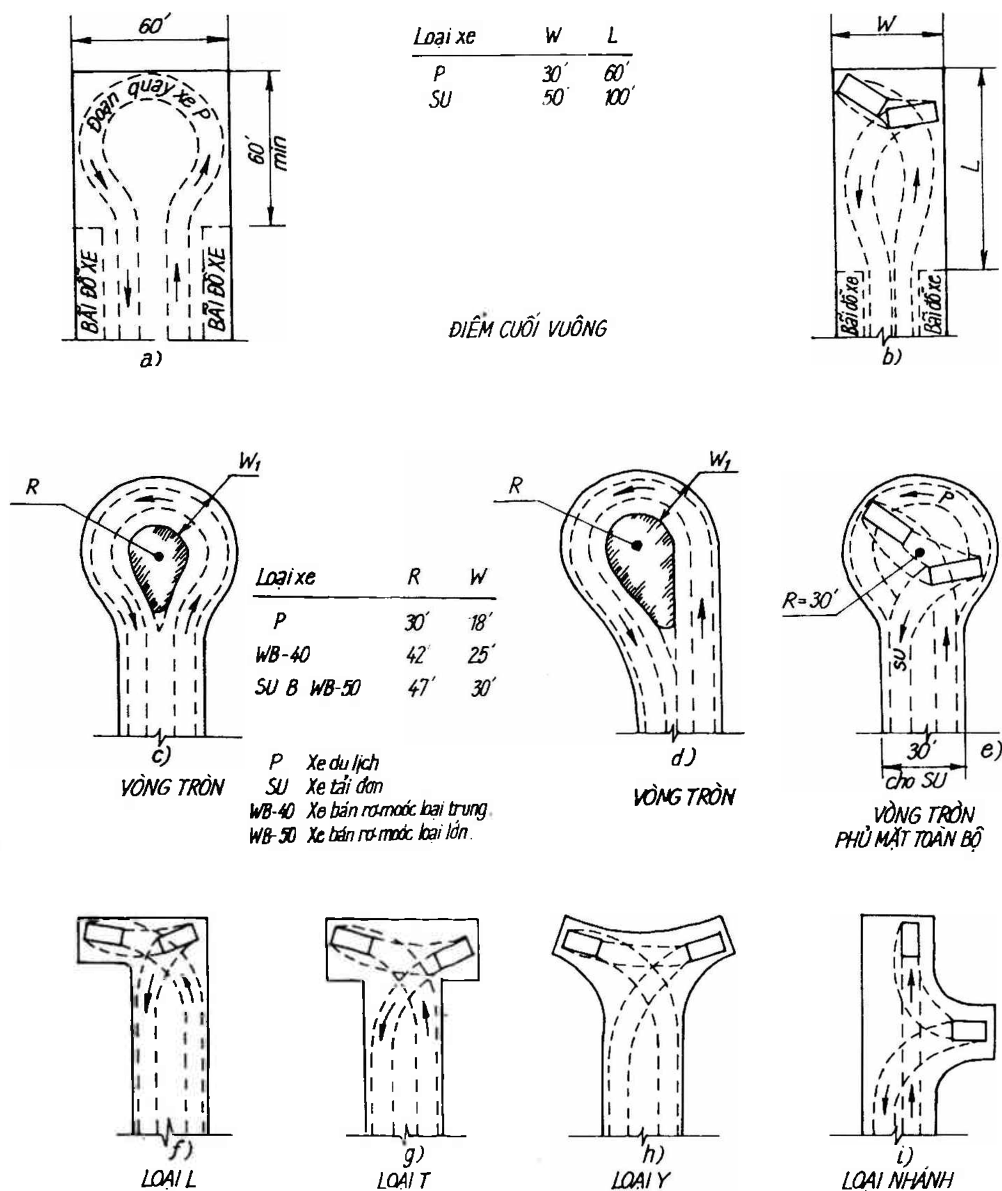
Hình III–2 : Bình đồ chỗ đỗ xe buýt trên một số đường phố trục chính

III-:. ĐƯỜNG BAO NGOÀI (FRONTAGE ROAD)

Đường bao ngoài là một thành phần của đường phố trục chính, đường cao tốc, không phải là một cấp hạng riêng. Tùy theo loại đường phố trục chính và vùng xung quanh, mà đường bao ngoài có chức năng khác nhau. Cụ thể là :

- Đường bao ngoài bảo đảm cho các chiều xe chạy trong phạm vi đường phố trục chính đạt tốc độ thiết kế và an toàn.

- Đường bao ngoài tách riêng giao thông khu vực khỏi dòng giao thông tốc độ cao của đường phố trục chính.



Hình III–3 : Ngõ quay và đỗ xe

– Đường bao ngoài tiếp nhận các ngõ đỗ xe, quay xe (hình III–3) thường được thiết kế trong các khu dân cư và thương mại xây dựng hai bên đường trục. Nói một cách khác, các ngõ đỗ xe quay xe là các giải pháp giao thông tĩnh, cân bằng với giao thông động qua sự tiếp nối của đường bao ngoài.

– Đường bao ngoài hỗ trợ cho giải pháp chạy xe qua nút giao nhau khác mức và cũng là biện pháp dự phòng cho hướng phát triển mở rộng các đường phố nhỏ giao nhau với đường trục chính. Xem hình III–4, III–5, III–6.

– Đường bao ngoài thường song song với đường trục chính và cũng có thể không song song (như hình III–5). Đường bao ngoài không nhất thiết phải liên tục. Ở các nút giao nhau cùng mức, không nên bố trí đường bao ngoài vì dễ bị lẫn dòng xe chạy và gây tai nạn.

– Đường bao ngoài phải cách đường trục chính một cự li thích hợp.

– Đường bao ngoài có thể cho xe chạy một chiều hoặc hai chiều, dựa trên cơ sở lưu lượng xe và tính toán kinh tế, tiết kiệm đất đai xây dựng đường. Xem hình III–7. a, b.

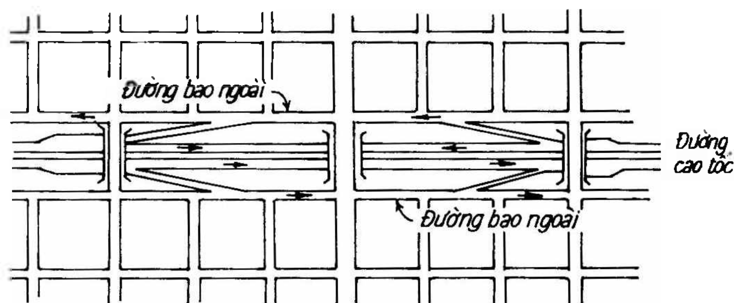
Ở Việt Nam "chưa quen" với cấu tạo đường bao ngoài trong thành phần đường phố trục chính. Vì :

- Vấn đề giao thông tĩnh, tức là bố trí các bến bãi đỗ xe, các ngõ đỗ và quay xe thời gian qua chưa được quan tâm đúng mức. Nay chúng ta đang và sẽ quan tâm vấn đề này.

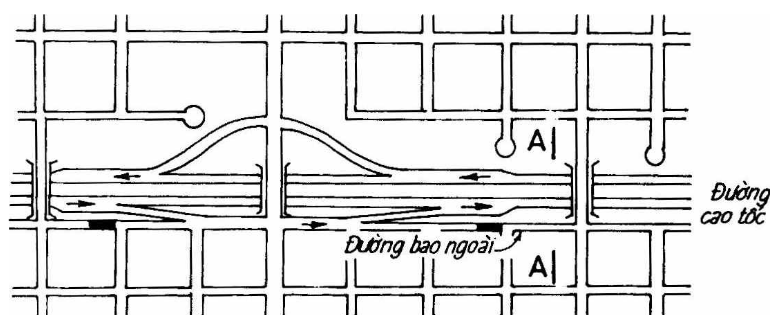
- Trước đây chúng ta chưa có nhiều đường phố trục chính phục vụ kinh doanh – thương mại. Nay các thành phố lớn đang và sẽ hình thành nhiều đường phố loại này.

Như vậy có nghĩa là : chúng ta cần quan tâm bố trí, thiết kế thành phần đường bao ngoài trong đường phố trục chính để nối tiếp thành phần giao thông tĩnh với giao thông động, để thuận lợi giao lưu thương mại với các cửa hàng dọc hai bên đường phố trục chính.

Bước đầu, đường bao ngoài đã được đưa vào trong Dự án xây dựng đường vành đai 3 ở Hà Nội (đường nối Quốc lộ 1, Quốc lộ 5, Quốc lộ 6 đi sân bay Nội Bài, với cầu Thanh Trì và cầu Đuống mới, bắt đầu xây dựng từ năm 2000). Xem hình III-8.

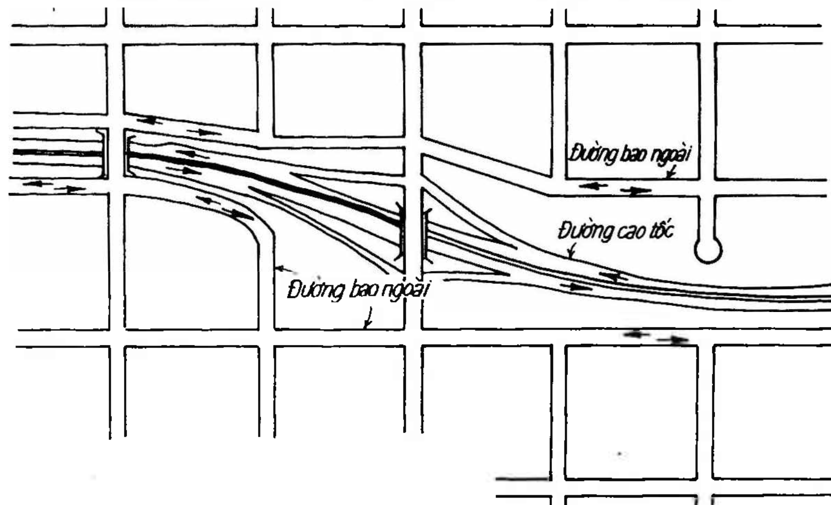


a) VỚI 2 ĐƯỜNG BAO NGOÀI

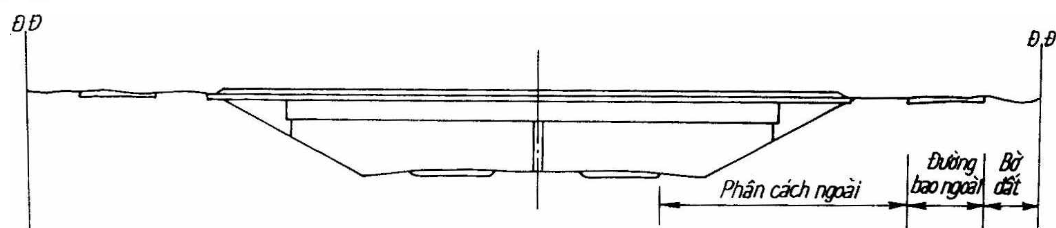


b) VỚI 1 ĐƯỜNG BAO NGOÀI

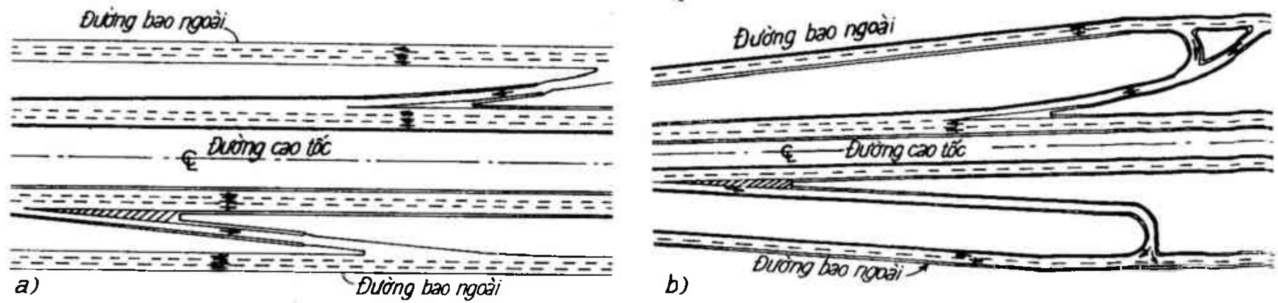
Hình III-4 : Vị trí điển hình đường bao ngoài



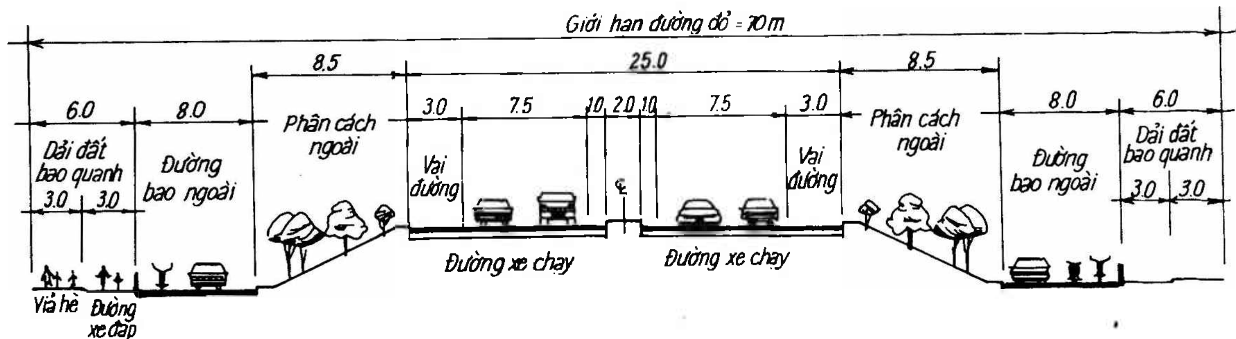
Hình III-5 : Một mẫu bố trí đường bao ngoài không theo quy luật



Hình III-6 : Mặt cắt ngang A-A trên hình III-4 thể hiện vị trí đường bao ngoài



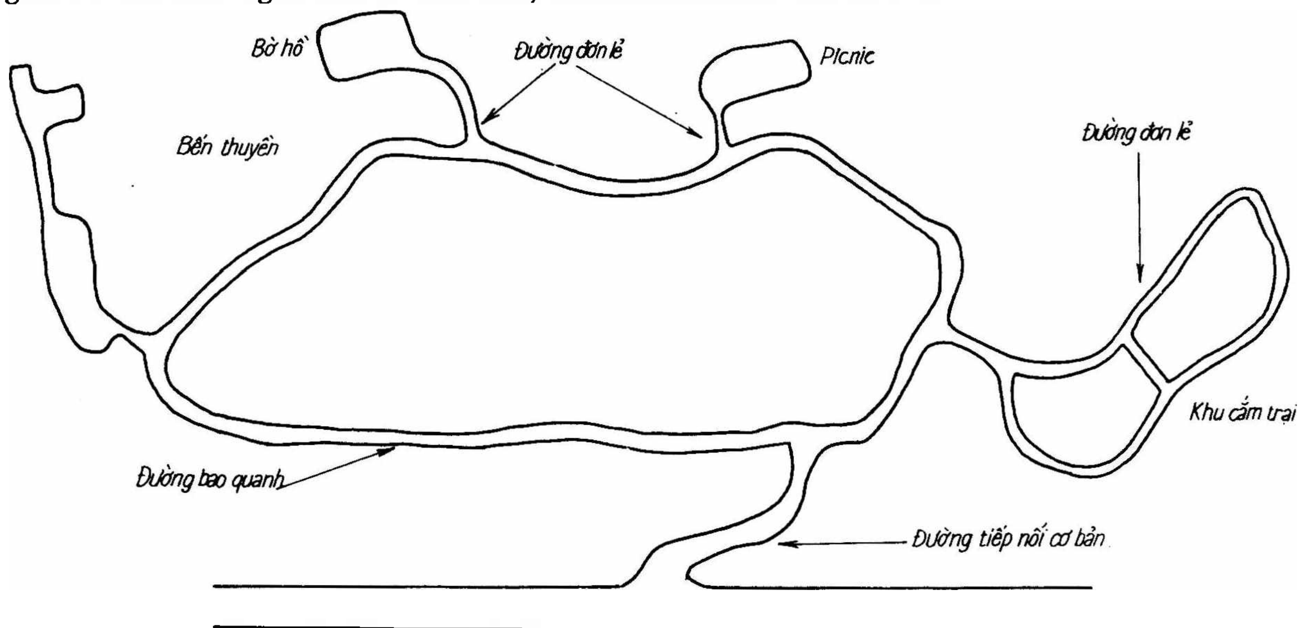
Hình III-7 : a) Đường bao ngoài một chiều, có đoạn dốc vào và ra khỏi đường cao tốc ; b) Đường bao ngoài hai chiều, có đoạn dốc vào và ra khỏi đường cao tốc



Hình III-8 : Mặt cắt ngang đường vành đai 3 với đường bao ngoài ở Hà Nội

III-4. ĐƯỜNG CHUYÊN DỤNG (SPECIAL PURPOSE ROADS)

Trong bảng III-1, đường chuyên dụng được AASHTO xếp cùng với đường phố khu vực nhưng theo một chuyên mục với một số tiêu chuẩn khác. Để minh hoạ cho loại đường này, AASHTO giới thiệu một loại đường là đường giải trí (Recreational Roads), ta có thể gọi là "đường trong khu công viên", hiểu theo nghĩa rộng là các đường trong khu vực nghỉ ngơi, giải trí như khu nghỉ mát ở miền núi, miền biển... xem hình III-9.



Hình III-9 : Đường trong khu công viên (có thể có trong tương lai)

1. **Nhận xét chung**

Đường chuyên dụng nói chung, hay đường trong công viên nói riêng có các đặc điểm sau :

- Đây là mạng lưới đường đơn giản, riêng biệt, lưu lượng xe chạy thấp, tốc độ không cao, nhưng vẫn có điểm nối với đường đô thị.

- Tiêu chuẩn hình học được đề ra tuy vẫn dựa trên cơ sở chung của kĩ thuật đường, nhưng mặt khác theo kinh nghiệm, theo yêu cầu cụ thể của từng công trình.

Đường chuyên dụng ở Việt Nam, nên hiểu và quy định như thế nào, phương pháp thiết kế... sẽ được đề cập ở chương V.

2. **Tốc độ thiết kế**

Tốc độ thiết kế tùy theo địa hình, chức năng đường, có thể chọn :

V_{tk} = 40mph (64 km/h) với đường tiếp nối cơ bản (primery access road), tức là đường nối khu công viên với một đường phố nào đấy nằm trong mạng lưới chính của đường đô thị. Đây chính là đoạn đường xe chạy vào công viên (khi bắt đầu) và ra khỏi công viên (sau khi vui chơi giải trí).

V_{tk} = 30mph (48 km/h) cho đường bao quanh (circulation road). Thuật ngữ "đường bao quanh" dùng ở đây để sau này đỡ lẫn với "đường vành đai", là một loại đường trục lớn toàn thành phố, và "đường bao ngoài", là một thành phần của đường phố trục chính.

V_{tk} = 20mph (32 km/h) với đường đơn lẻ (area roads). Thuật ngữ "đường đơn lẻ" dùng ở đây để đỡ lẫn với "đường khu vực".

Thực tế đường trong khu công viên, bề rộng đường có thể tham khảo bảng III-6, nhưng nhiều khi tùy theo công dụng, phong cảnh "đường đơn lẻ" lại là một đường rất rộng, rất đẹp nhưng chỉ để dạo chơi, không có xe chạy, mọi người lại coi như "đường chính" của khu công viên.

3. **Xe thiết kế**

Kích thước và đặc tính các loại xe, phần trăm từng loại xe chạy trong khu công viên là cơ sở thiết kế hình học cho đường. Thành phần lưu lượng xe chạy hiện tại, tương lai cũng cần xác định cho từng loại đường trong công viên.

Ba loại xe dùng để thiết kế đường trong khu công viên thường dùng là : xe gia đình (motor homes - MH), xe du lịch có rơ-moóc (passenger car with travel trailers - PT), xe du lịch với thuyền (passenger car with boats - PB), xe gia đình với thuyền (motor homes with boats - MHB).

Xác định loại xe thiết kế là một chỉ tiêu quan trọng cần được quan tâm vì tính đa dạng của loại đường chuyên dụng. Các loại đường chuyên dụng sẽ giới thiệu ở chương V.

4. **Tầm nhìn**

Tầm nhìn dừng xe và vượt xe tối thiểu tùy theo tốc độ thiết kế. Tầm nhìn xác định với vị trí mắt nhìn cao 3,50ft (1,07m) và chiều cao xe chạy 4,25ft (1,30m).

Bảng III-3 giới thiệu tầm nhìn dừng xe 1 chiều với đường 1 và 2 làn xe. Tầm nhìn dừng xe 2 chiều với đường 1 làn xe.

5. Tầm nhìn vượt xe

Vì đường trong công viên tốc độ xe chạy thấp nên ít dùng tầm nhìn vượt xe. Tầm nhìn vượt xe tối thiểu có thể dùng ở đoạn đường tiếp nối cơ bản (*primery access road*). Tầm nhìn vượt xe không dùng để thiết kế đường có 1 làn xe.

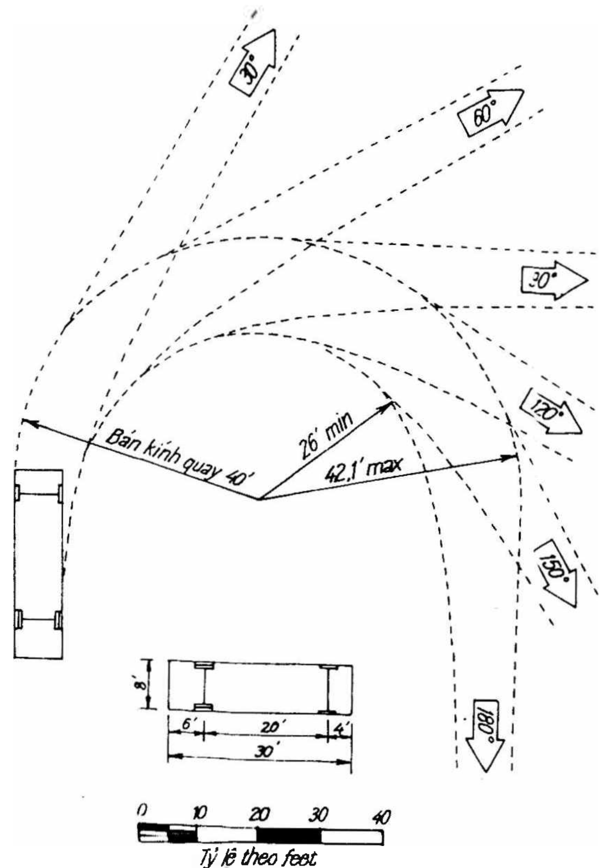
Tầm nhìn vượt xe tối thiểu cho trong bảng III-4.

6. Độ dốc dọc

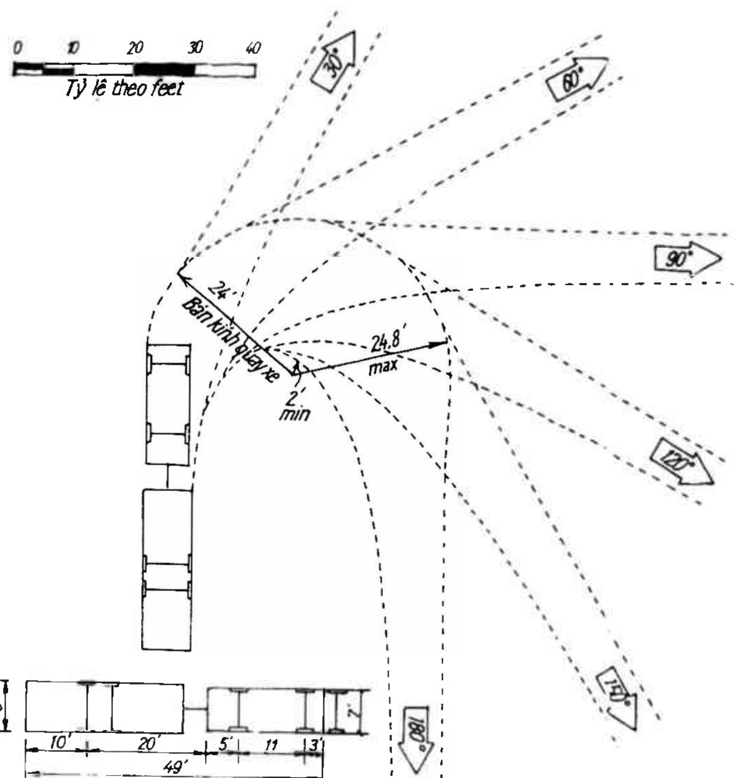
Độ dốc dọc thiết kế đường trong công viên cơ bản khác với đường ngoài đô thị. Tỉ lệ tải trọng xe/mã lực (W/hp) của đường trong công viên đôi khi vượt quá 50Lb/hp, xấp xỉ loại xe du lịch. Hơn nữa, tốc độ xe thường thấp nên sự giảm tốc độ theo độ dốc không cần xem xét đến. Chiều dài độ dốc tối đa có thể xét đến với đường tiếp nối cơ bản.

Bảng III-5 giới thiệu độ dốc dọc tối đa đường trong công viên theo địa hình và tốc độ thiết kế.

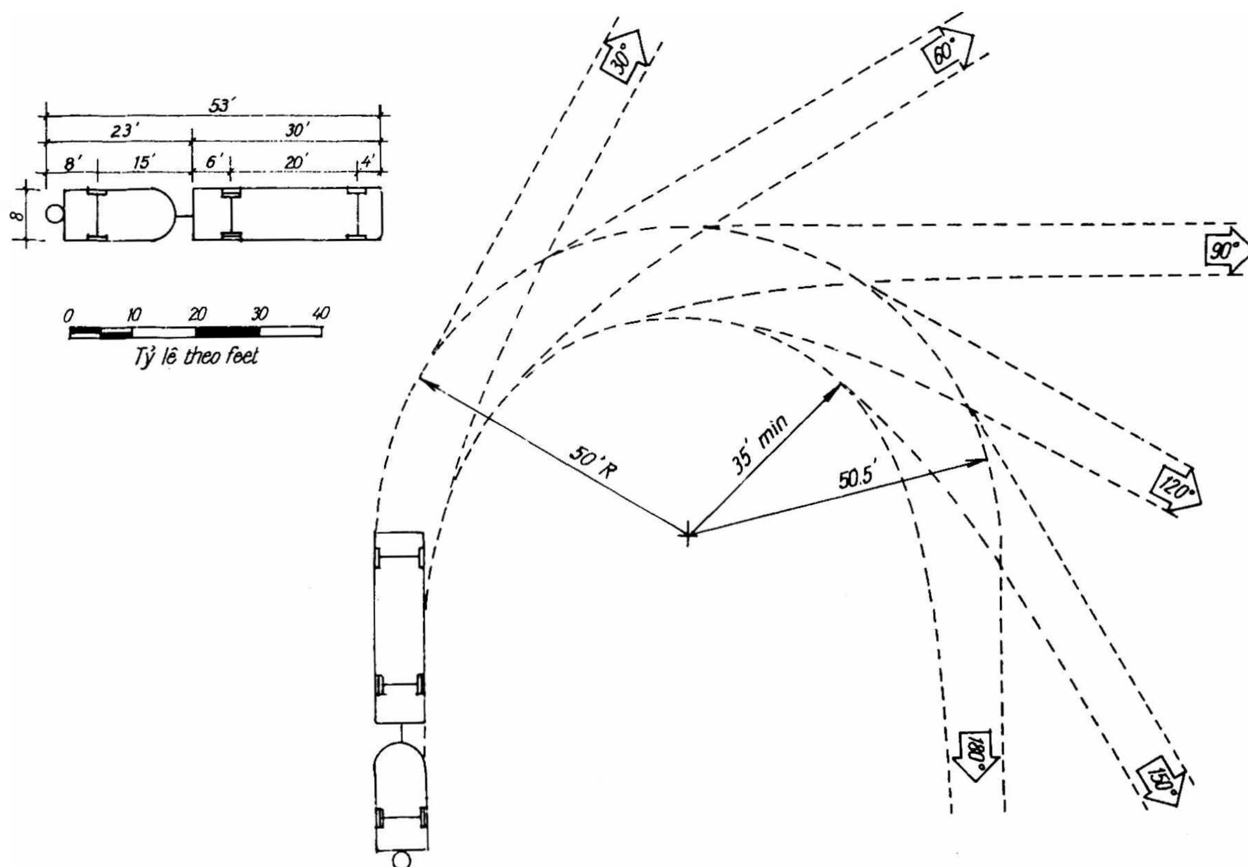
Việc áp dụng độ dốc tối đa cần kết hợp xem xét tới ảnh hưởng của cường độ đất nền, của hiện tượng xói mòn mà giảm bớt cho hợp lí. Loại mặt đường cũng liên quan tới việc chọn độ dốc tối đa, nhất là đường trong công viên, việc duy tu bảo dưỡng đôi khi không thường xuyên. Nói chung, mặt đường nhựa là thích hợp cho đường trong công viên.



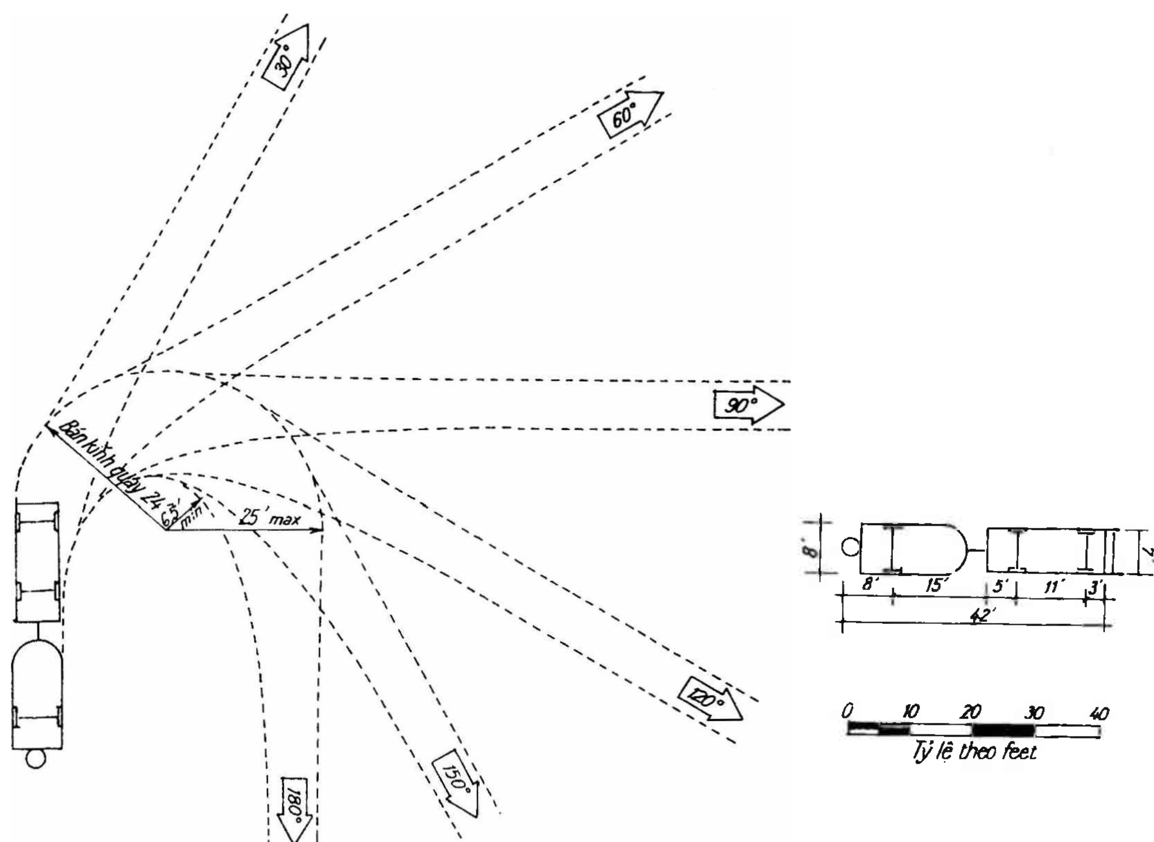
Hình III-10 : Đoạn quay xe tối thiểu cho xe MH



Hình III-11 : Đoạn quay xe tối thiểu cho xe PT



Hình III–12 : Đoạn quay xe tối thiểu cho xe PB



Hình III–13: Đoạn quay xe tối thiểu cho xe MHB

Bảng III-3

Tầm nhìn dừng xe tối thiểu

Tốc độ thiết kế, mph (km/h)	10 (16)	20 (32)	30 (48)	40 (64)
1. Chiều với đường 1 và 2 làn xe				
– Tầm nhìn dừng xe, ft (m)	50, (15)	125, (38)	200, (61)	275 - 325
– Trị số K cho :				(84 - 99)
+ Đỉnh đường cong lồi ;	2	10	30	60 - 80
+ Đường cong lõm	4	20	40	60 - 70
2. Chiều với đường 1 làn xe				
– Tầm nhìn dừng xe, ft (m)	100, (30)	250, (76)	400, (122)	
– Trị số K cho :				
+ Đỉnh đường cong lồi	3	20	52	
+ Đường cong lõm	4	20	40	

Ghi chú :

Trị số K là hệ số mà hiệu đại số độ dốc có thể nhân với để xác định chiều dài của đường cong đứng, tính bằng feet. Đó là tầm nhìn tối thiểu.

Bảng III-4

Tầm nhìn vượt xe tối thiểu

Tốc độ thiết kế mph ; (km/h)	Tầm nhìn vượt xe tối thiểu ft, (m)	Trị số K cho đường cong lồi
20 (32)	800 (244)	210
30 (48)	1100 (335)	400
40 (64)	1500 (457)	730

Ghi chú :

Tầm nhìn vượt xe tối thiểu tính từ vị trí mắt nhìn của lái xe cao 3,50ft (1,07m) tới đỉnh vật nhìn cao 4,25ft (1,30m) trên mặt đường.

Bảng III-5

Độ dốc tối đa đường trong công viên, (%)

Địa hình	Tốc độ thiết kế, ft, (km/h)			
	10, (16)	20, (32)	30, (48)	40, (64)
Đồng bằng	8	8	7	7
Đồi	12	11	10	9
Núi	18	16	14	12

7. Đường cong đứng

Đường cong đứng phải bảo đảm tầm nhìn, thoát nước để xe chạy an toàn. Tầm nhìn dừng xe (bảng III-3) được dùng để thiết kế, kiểm tra trong mọi trường hợp. Khi không bảo đảm tầm nhìn, thoát nước, có thể mở rộng lề.

8. Đường cong nằm

Các yếu tố đường cong nằm như bán kính, siêu cao liên quan đến tốc độ thiết kế, được tính toán như thường lệ. Nhưng với đường trong công viên, tốc độ xe chậm nên độ dốc siêu cao tối đa dùng 6%. Với tốc độ < 20mph (32 km/h) có thể không cần thiết kế siêu cao.

Một số đường trong công viên dùng loại mặt đường vật liệu hạt, hệ số ma sát nhỏ nên cần được xét đến khi lựa chọn đường cong. Hình III-14 thể hiện quan hệ giữa bán kính tối thiểu và siêu cao cho mặt đường vật liệu hạt, trong đó hệ số ma sát f = 0,12 - 0,10, ứng với v = 10 - 30 mph (tức 16 - 48 km/h).

9. Số làn xe

Số làn xe dùng phải đáp ứng yêu cầu xe chạy. Với đường trong công viên, lưu lượng xe thấp nên dùng 2 làn xe. Trong một số trường hợp lưu lượng xe nhỏ hơn 100 xe/ngày, có thể dùng đường 1 làn cho xe chạy 2 chiều, xét về mặt kinh tế và môi trường, trường hợp này cần bố trí các đoạn tránh và quay xe.

Đoạn tránh xe cần đặt ở vị trí dễ nhìn theo cả 2 chiều và ở điểm đường cong góc ngoặt lớn (đường cong mù). Khoảng cách hai chỗ tránh xe không vượt quá 1000 ft (300m). Bề rộng chỗ tránh xe tối thiểu 10ft (3m) và dài 50ft (15m), cộng thêm đoạn vuốt nối mỗi đầu 25ft (7,5m). Xem hình III-15.

10. Chiều rộng phần xe chạy, vai đường và nền đường

Nền đường được quy định là bề rộng gồm mặt đường xe chạy và vai đường. Nền đường được xác định trên cơ sở xe chạy hiện tại - tương lai, cả xe đạp, tốc độ xe và dải đất an toàn. Xem bảng III-6.

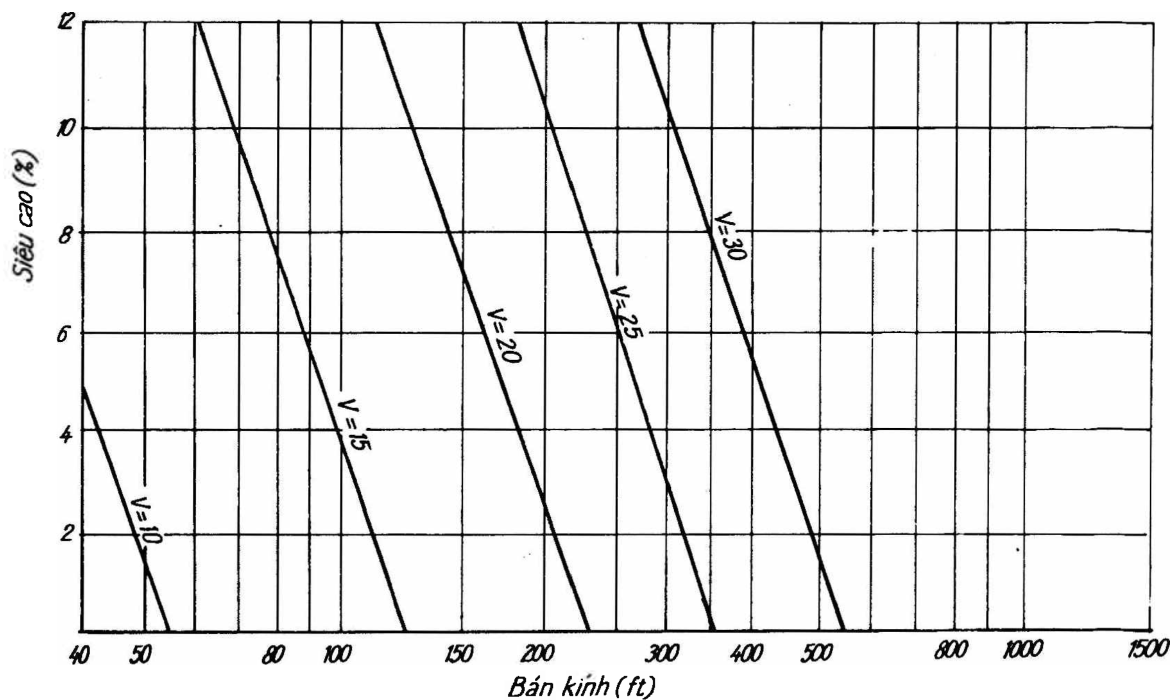
Bảng III-6

Bề rộng mặt đường - vai đường, đường trong công viên

Loại đường	Mặt đường, ft, (m)	Vai đường, ft, (m) tính 1 bên
- Đường tiếp nối cơ bản (2 làn)	22 - 24, (6,7 - 7,3)	2 - 4, (0,6 - 1,2)
- Đường bao quanh (2 làn)	20 - 22, (6,1 - 6,7)	2 - 4, (0,6 - 1,2)
- Đường đơn lẻ (2 làn)	18 - 20, (5,5 - 6,1)	0 - 2, (0 - 0,6)
- Đường đơn lẻ (1 làn)	12, (3,6)	0 - 1, (0 - 0,3)

Ghi chú :

- Cần tính thêm độ mở rộng đường cong góc ngoặt lớn. Thường mở rộng bằng 1/400 bán kính cong (tính ra feet).
- Nền đường rộng hơn 14ft (4,3m) không nên dùng, mà nên dùng nền đường tương ứng với 2 làn xe để dễ mở rộng sau này, mặc dầu mặt đường trước mắt có thể vẫn chỉ làm một làn xe.
- Bề rộng nền đường bằng mặt đường + vai đường hai bên.
- Đường lưu lượng xe thấp không nên dùng vai đường rộng.
- Đường có lan can phòng hộ rộng thêm 2ft (0,6m)



Hình III–14 : Bán kính nằm tối thiểu cho đường cong nằm, mặt đường vật liệu hạt

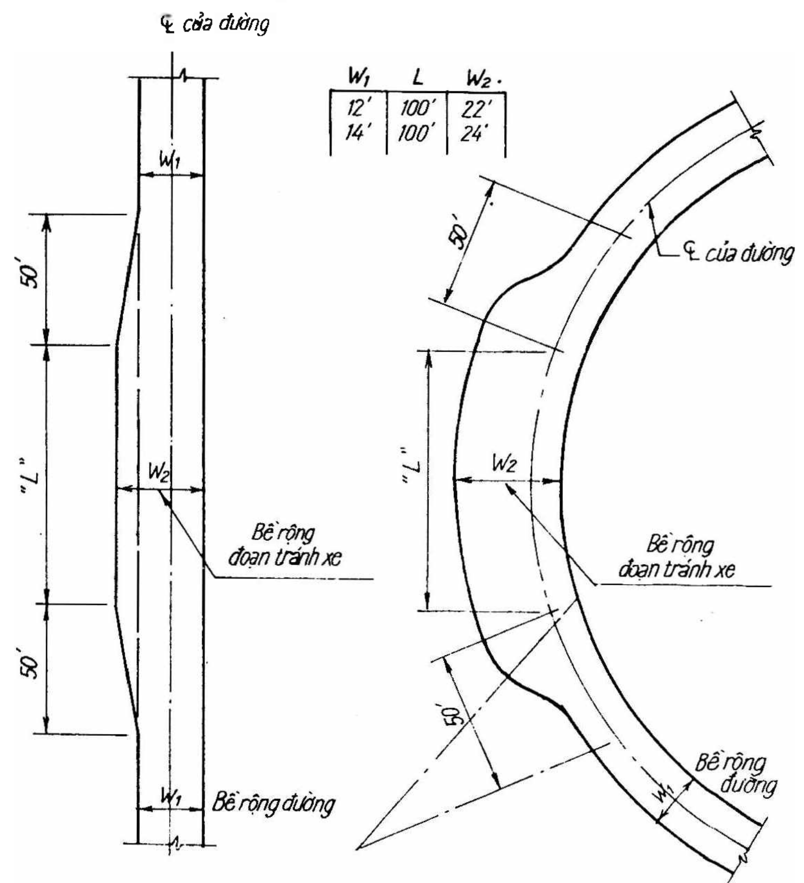
11. Độ dốc ngang mặt đường

Độ dốc ngang mặt đường phải bảo đảm thoát nước, nhưng không nên quá lớn sẽ khó lái xe.

Trên đường 1 làn xe loại mặt cấp thấp, không nên dùng 1 chiều dốc ngang về rãnh đào hoặc về phía ta luy đắp, tùy theo cường độ đất nền và sự xói lở.

12. Kết cấu

Thiết kế cầu, cống, tường chắn, hầm và các kết cấu khác theo Tiêu chuẩn thiết kế cầu – đường bộ của AASHTO. Tải trọng thiết kế cho cầu mới là H15. Khoảng tĩnh không đứng tối thiểu 14ft (4,3m).

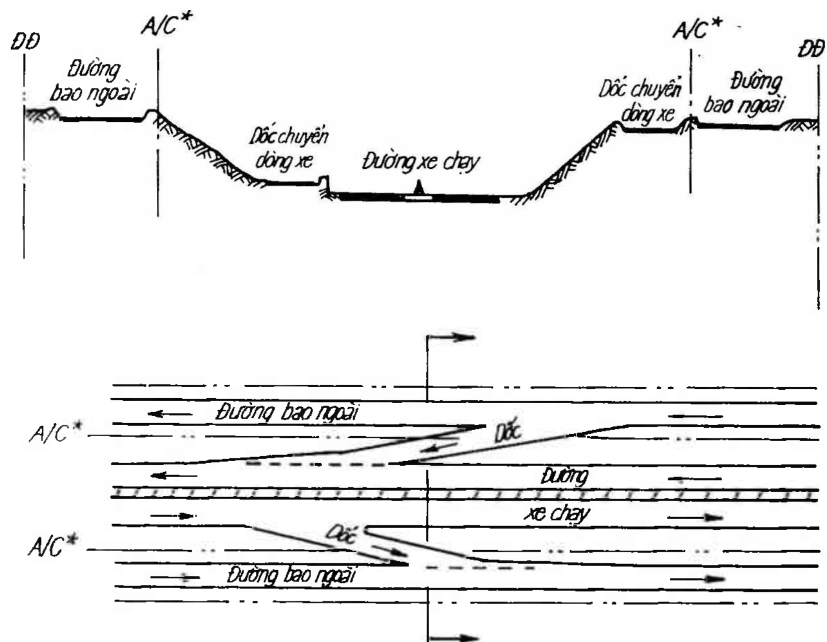


Hình III–15 : Đoạn tránh xe

III-5 THIẾT KẾ ĐƯỜNG PHỐ CAO TỐC (URBAN FREEWAY)

Đường phố cao tốc, thực chất cũng là loại đường phố trục chính nhưng phải bảo đảm tốc độ xe chạy cao hơn, lưu lượng xe chạy lớn hơn, các nút giao nhau khác mức. Đường phố cao tốc thường có 4 - 16 làn xe.

Bề rộng dải phân cách trên đường cao tốc tối thiểu 10ft (3m) khi có 4 làn xe mỗi hướng. Khi > 6 làn xe bề rộng dải phân cách tối thiểu 22ft (6,6m), nên dùng 26ft (7,8m) khi lưu lượng xe tải theo xe-giờ cao điểm thiết kế lớn hơn 250 xe (250 DDHV). Lề đường mỗi bên rộng 4ft (1,2m). Khi dải phân cách có rào chắn phải cộng thêm 2ft (0,6m) mỗi bên.



Hình III-16 : Mặt cắt ngang điển hình và giới hạn đường đỏ của đường phố cao tốc hạ thấp

Tùy theo tương quan cao độ cắt ngang phần xe chạy chính với các thành phần đường khác như đường bao ngoài (xem mục III-3). AASHTO phân loại đường cao tốc như sau :

- Đường hạ thấp
- Đường nâng cao
- Đường ngang mặt đất tự nhiên
- Đường kết hợp
- Đường đặc biệt (đổi chiều và 2 chiều kép)
- Đường có giao thông công cộng
- Đường có đường sắt.

I Đường phố cao tốc hạ thấp (Depressed Freeways)

Đường phố cao tốc hạ thấp có bề rộng hoàn chỉnh song song với mạng lưới phố trong suốt chiều dài của đường. Cao độ mặt đường xe chạy cao tốc thường thấp hơn cao độ mặt phố hai bên 16ft (4,8m). Đường bao ngoài hai bên thường cùng cao độ với cao độ mặt phố (xem hình III-16).

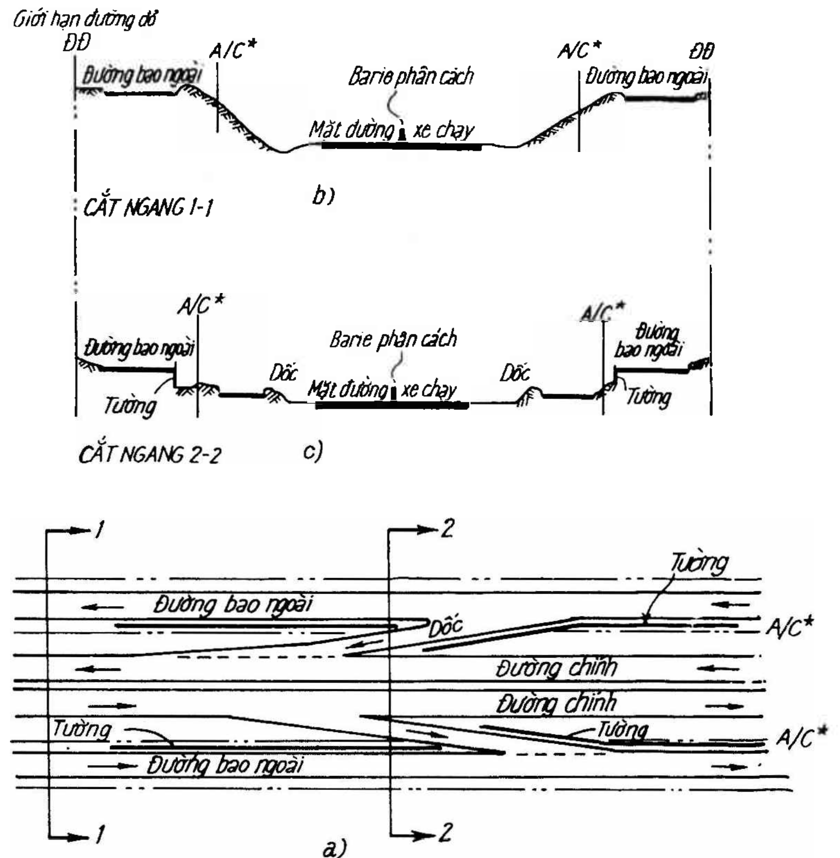
Hình III-17, thể hiện đường phố cao tốc hạ thấp có ta luy ở đoạn không có dốc chuyển dòng xe chạy nhưng sẽ có tường chắn khi có dốc chuyển dòng xe chạy.

Kích thước mặt cắt ngang hình III-17 gồm 40ft (12m) cho đường bao ngoài, 60ft (18m) cho dải phân cách ngoài (tức chỗ có mái ta luy). Bề rộng làn xe phần xe chạy cao tốc 12ft (3,6m), dải phân cách giữa rộng 10 - 22ft (3,0 - 6,6m).

Hình III-18 thể hiện đường cao tốc hạ thấp có tường chắn hai bên, đỉnh tường chắn là cao độ đường bao ngoài.

Hình III-18A có giới hạn đường đỏ 160ft (48m) khi có 4 làn xe, 195ft (58m) cho 6 làn xe, 220ft (66m) cho 8 làn xe. Bề rộng đường bao ngoài và lan can 40ft (12m) dải phân cách ngoài 12ft (3,6m), làn xe 12ft (3,6m) và dải phân cách giữa 10 - 22ft (3,0 - 6,6m).

Để giảm bớt giới hạn đường đỏ, đường bao quanh trên đỉnh tường chắn có mút thừa phủ lên vai đường của phần xe chạy cao tốc phía dưới, như hình III-18B. Trường hợp này giới hạn đường đỏ là 140ft (42m) cho 4 làn xe, 175ft (52m) cho 6 làn xe, 200ft (60m) cho 8 làn xe.



Hình III-17 : Mặt cắt ngang đường cao tốc hạ thấp khi bị hạn chế

Nếu tăng chiều dài mút thừa 12 - 14ft (3,6 - 4,2m) và giảm bề rộng đường bao ngoài còn 30ft (9m) tới 24ft (7,2m) thì giới hạn đường đỏ còn 125ft (37m) cho 4 làn xe, 165ft (49m) cho 6 làn xe, 190 ft (57m) cho 8 làn xe. Xem III-18C.

2. Đường phố cao tốc nâng cao (Elevated Freeways)

Đường phố cao tốc nâng cao có thể là cầu cạn hoặc nền đắp, dùng thích hợp khi giới hạn đường đỏ hẹp, mức nước cao, tạo điều kiện cho các phương tiện giao thông phía dưới. Việc quyết định dùng đường nâng cao hay hạ thấp phải theo địa hình, lưu lượng xe chạy và so sánh kinh tế.

Đường phố cao tốc nâng cao dùng cầu cạn có khó khăn nhất là phải hài hòa với môi trường xung quanh. Trụ đỡ cầu cạn phải định vị sao cho thoáng tầm nhìn ở phía dưới. Cần lưu ý các chỗ giao nhau phải dễ dàng mở rộng phía trái, ít tốn kém. Mặt đường phố giao nhau phía dưới phải được bảo toàn trong quá trình xây dựng. Không gian dưới cầu có thể dùng làm chỗ đỗ xe hoặc cho giao thông công cộng.

Đường phố cao tốc nâng cao dùng nền đắp phải có chiều cao đủ để các đường giao nhau phía dưới. Loại này thuận lợi cho đường ngoại ô vì ít chỗ giao nhau, vật liệu đắp thuận lợi.

Đường bao ngoài khi dùng cầu cạn không cần thiết vì tốn kém, gây ồn.

a) Đường phố cao tốc nâng cao dùng cầu cạn khi không có đường chuyển dòng xe

Xem hình III-19. Yêu cầu chung về mặt cắt ngang là :

Tất cả không gian dưới cầu phải bảo đảm mọi hoạt động công cộng của mặt phố phía dưới.

- Bề rộng làn xe 12ft (3,6m)

- Bề rộng lan can 2ft (0,6m)

- Bề rộng vai đường là 10ft (3m) phía phải và 4ft (1,2m) phía trái khi có 4 làn xe.

Với 6 làn xe vai đường 2 bên đều rộng 10ft.

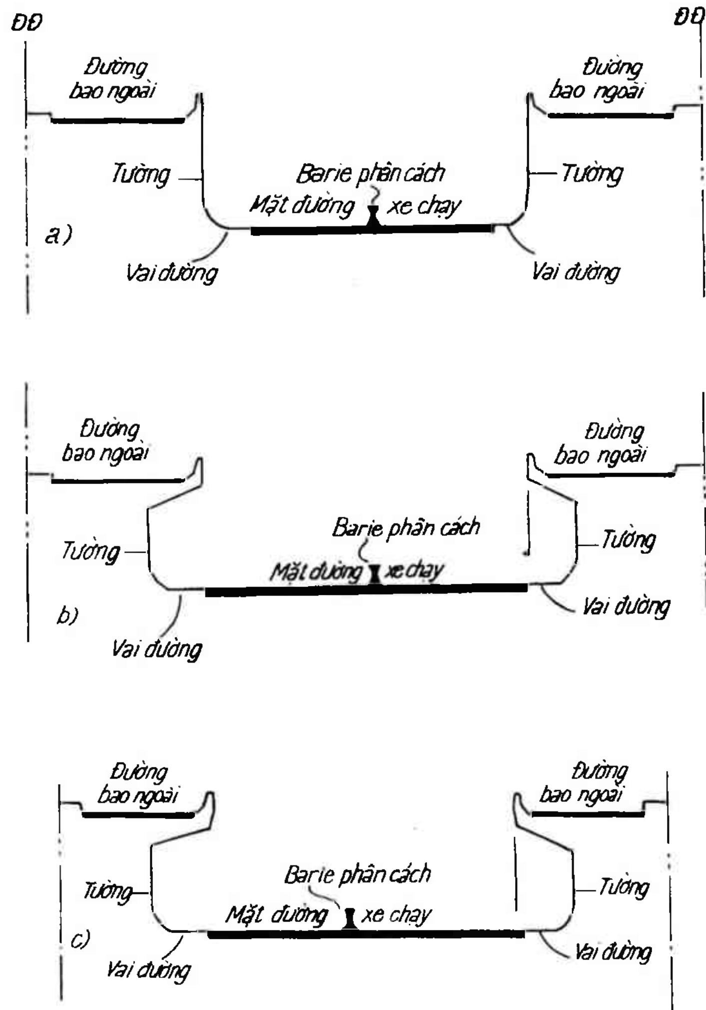
- Dải phân cách rộng 10ft cho 4 làn xe, 22ft cho 6 - 8 làn xe.

- Khoảng tĩnh không kết cấu và chỉ giới xây dựng là 15ft (4,5m).

Với hình III-19B, khoảng tĩnh không nên là 20ft (6,0m).

Hình III-19A cầu cạn có con sơn hai bên để tiện lợi cho giao thông công cộng và chỗ đỗ xe phía dưới.

Khi giới hạn đường đỏ hẹp, có thể chuyển từ đường 2 chiều xe chạy thành cầu cạn 1 tầng cho 1 trong 2 chiều xe chạy. Cầu 2 tầng như hình III-19B ít dùng nhưng giới hạn đường đỏ hẹp, dùng khi ít cần đến đường chuyển dòng xe.



Hình III-18 : Mặt cắt ngang đường cao tốc hạ thấp khi có tường chắn 2 bên, không có đường chuyển dòng xe.

Đôi khi, đường phố cao tốc được xây 2 chiều xe chạy ở 2 cao độ khác nhau như hình III-19C, III-19D. Có thể dùng 1 trụ hoặc 2 trụ đỡ. Loại này có giới hạn đường đỏ hẹp 75 - 100ft (22 - 30m).

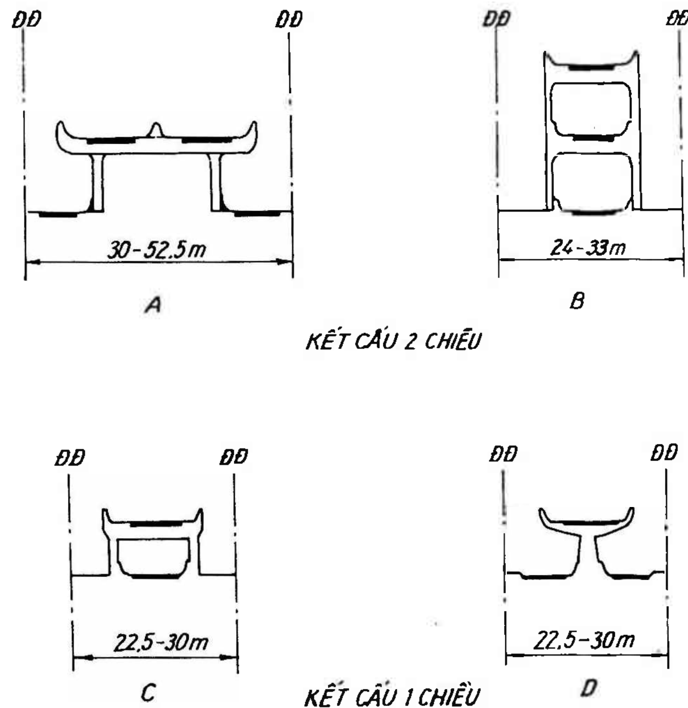
b) Đường phố cao tốc dùng cầu cạn khi có đường chuyển dòng xe

Đường phố cao tốc nâng cao được xây dựng ở một cao độ riêng, 2 chiều xe chạy, kết cấu cơ bản như hình III-19A. Cắt ngang điển hình khi có cả đường bao ngoài, đường chuyển dòng xe (ramp) thể hiện trên hình III-20. Kích thước như sau :

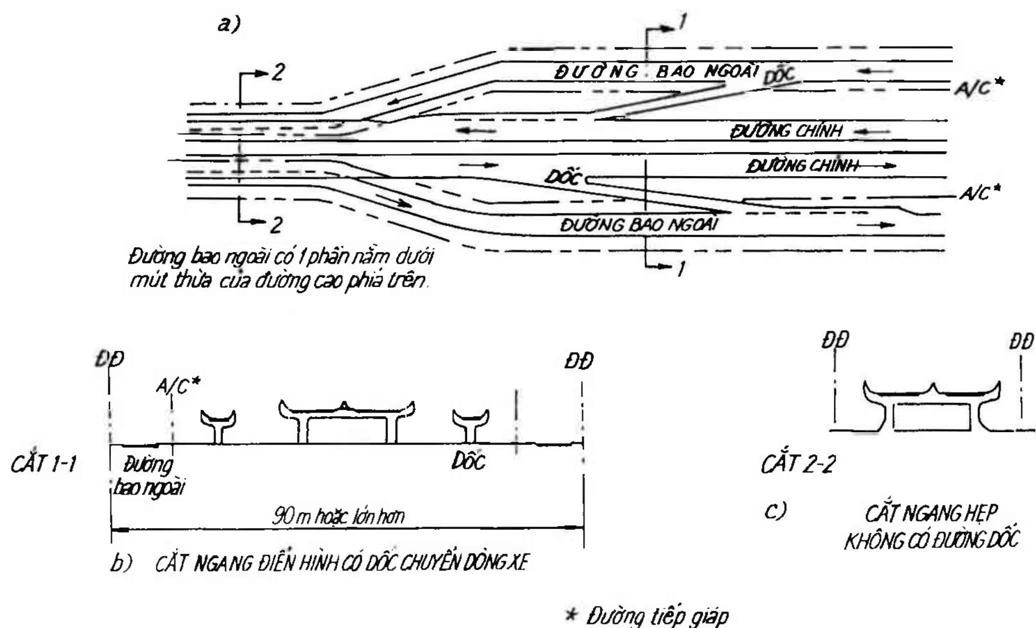
- Bề rộng dải phân cách	10 - 22ft (3,0 - 6,6m)
- Bề rộng làn xe	12ft (3,6m)
- Bề rộng vai đường phải :	
+ Cho 4 làn xe	10ft (3,0m)
+ Cho 6 - 8 làn xe	10ft
- Bề rộng cho vai đường trái :	
+ Cho 4 làn xe	4ft (1,2m)
+ Cho 6 - 8 làn xe	10ft

- Bề rộng lan can 2ft (0,6m)
- Dải phân cách ngoài 50 – 150ft (15 – 45m)
- Đường bao ngoài và bờ 50ft (15m)
- Tĩnh không kết cấu và chỉ giới xây dựng 15ft (4,5m)

Giới hạn đường đỏ thay đổi tùy theo các thành phần cắt ngang, thông qua dải phân cách ngoài. Chỗ cần có đường chuyển làn và đường bao ngoài sẽ rộng, chỗ không có sẽ hẹp. Nói chung, giới hạn đường đỏ thường trên dưới 300ft (90m), như hình III-20B. Khi giới hạn đường đỏ hẹp, mặt cắt ngang như hình III-20C, trường hợp này đường bao ngoài có thể nằm dưới 2 mút thừa của cầu cạn.



Hình III-19 : Mặt cắt ngang điển hình và giới hạn đường đỏ của đường phố cao tốc nâng cao không có đường chuyển dòng xe.



Hình III-20 : Mặt cắt ngang và giới hạn đường phố cao tốc nâng cao bằng cầu cạn, có đường bao ngoài

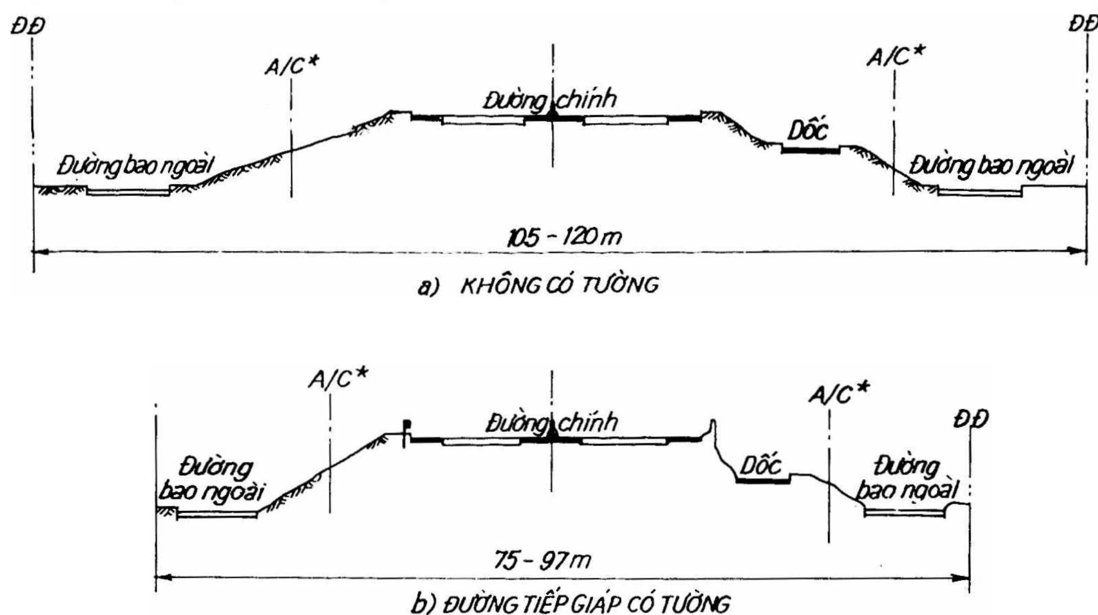
c) Đường phố cao tốc nâng cao trên nền đắp

Cao độ nền đắp phải bảo đảm giao thông của đường cắt ngang qua phía dưới. Dải đất phải đủ cho ta luy đường. Cao độ đường bao ngoài thấp hơn cao độ phần xe chạy cao tốc khoảng 20ft (6,0m). Xem hình III-21. Kích thước như sau :

– Bề rộng dải phân cách	10 – 22ft (3,0 – 6,6m)	
– Bề rộng làn xe	12ft	(3,6m)
– Bề rộng vai đường bên phải	10ft	(3,0m
– Dải phân cách ngoài :		
+ Điển hình	80ft	(24m)
+ Hạn chế	60ft (18m)	
– Đường bao ngoài và bờ :		
+ Điển hình	80ft (24m)	
+ Hạn chế	40ft (12m)	

Nói chung, giới hạn đường đỏ 350 – 400ft (105 – 120m).

Dải phân cách ngoài là nơi bố trí mái ta luy và sẽ có tường chắn khi có đường chuyển dòng xe nằm trong phạm vi ta luy. Độ dốc mái ta luy là 1 : 3. Nói chung, phải có rào chắn. Có thể xem xét hợp lí vị trí trồng cây cho mĩ quan.



Hình III–21 : Mặt cắt ngang và giới hạn đường đỏ đường phố cao tốc nâng cao trên nền đắp

3. Đường phố cao tốc ngang mặt đất (Ground-Level Freeways)

Đường phố cao tốc thuận lợi nhất là xây dựng trên mặt đất tự nhiên, nhất là ở vùng đồng bằng và dọc theo đường sắt, bờ sông, vùng ngoại ô. Loại đường phố cao tốc này có đặc tính như đường cao tốc ngoài đô thị.

Khi đường phố cao tốc ngang mặt đất dọc theo lưới đường đô thị của thành phố, khó bố trí được đường bao ngoài chạy 1 chiều liên tục qua các nút giao nhau. Do vậy, thường bố trí đường bao ngoài chạy 2 chiều để bảo đảm xe chạy trong khu vực.

Đường phố cao tốc ngang mặt đất thường phục vụ cho cư dân ở phía ngoài đô thị, nơi mà giới hạn đường đỏ không gây tốn kém như các khu kinh doanh.

Hình III-22, III-24 thể hiện mặt cắt ngang điển hình của đường phố cao tốc ngang mặt đất có và không có đường bao ngoài. Trước mắt dùng cho đường có 4 - 6 làn xe chạy cao tốc nhưng giới hạn đường đỏ có dự phòng tương lai dùng 6 - 8 làn xe cao tốc. Do vậy, dải phân cách là số nhân của 12ft để dự phòng mở thêm làn xe. Hình III-22A có dải phân cách 56ft (17m), bề rộng làn xe 12ft, dải phân cách ngoài 50ft (15m), đường bao ngoài 30ft (9m) và bờ 15ft (4,5m). Giới hạn đường đỏ 300-350ft (90 - 105m).

a) VỚI ĐƯỜNG BAO NGOÀI 1 CHIỀU

b) KHÔNG CÓ ĐƯỜNG BAO NGOÀI

Hình III-22 : Mặt cắt ngang điển hình và giới hạn đường đỏ đường phố cao tốc ngang mặt đất

Ở nơi mà giới hạn đường đỏ không gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến quy hoạch chung, dải phân cách ngoài và bờ đất nên mở rộng để trồng dải cây xanh, làm đẹp và sạch môi trường xung quanh. Chỗ cần bố trí đường chuyển dòng xe, dải phân cách ngoài có thể tới 80ft (24m) hoặc lớn hơn.

Trường hợp đắp nền thuận lợi và mặt cắt ngang bảo đảm, có thể đắp các dải bờ đất ở vị trí lựa chọn trên dải phân cách ngoài để giảm tiếng ồn, dải đèn pha chiếu sáng. Tất nhiên, phải quan tâm đến bảo đảm thoát nước.

Hình III-22B là đường không có đường bao ngoài. Khoảng trống từ mép mặt đường tới giới hạn đường đỏ tối thiểu 50ft (15m). Giới hạn đường đỏ yêu cầu là 225ft (67m).

Hình III-23 là mặt cắt ngang đường phố cao tốc bị hạn chế. Kích thước như sau :

- Bề rộng dải phân cách cho 4 làn xe	10ft (3,0m)
cho 6 - 8 làn xe	22ft (6,6m)
- Bề rộng làn xe	12ft (3,6m)
- Dải phân cách ngoài	24ft (7,2m)
- Khoảng trống 2 bên, mỗi bên là	20ft (6,0m)
- Giới hạn đường đỏ	150 - 200ft (45 - 60m)

Với đường bị hạn chế, dải phân cách giữa và ngoài đều phải dải mặt. Khi dải phân cách hẹp phải có rào chắn. Với đường bao ngoài 2 chiều cũng cần có rào chắn với dải phân cách ngoài ở chỗ cần có sự kiểm soát. Các đoạn không có cột điện chiếu sáng, cần đặt gương phản quang xanh ở dải phân cách ngoài (hình III-23A).

Hình III-23B là cắt ngang đường cao tốc không có đường bao ngoài. Kích thước như sau :

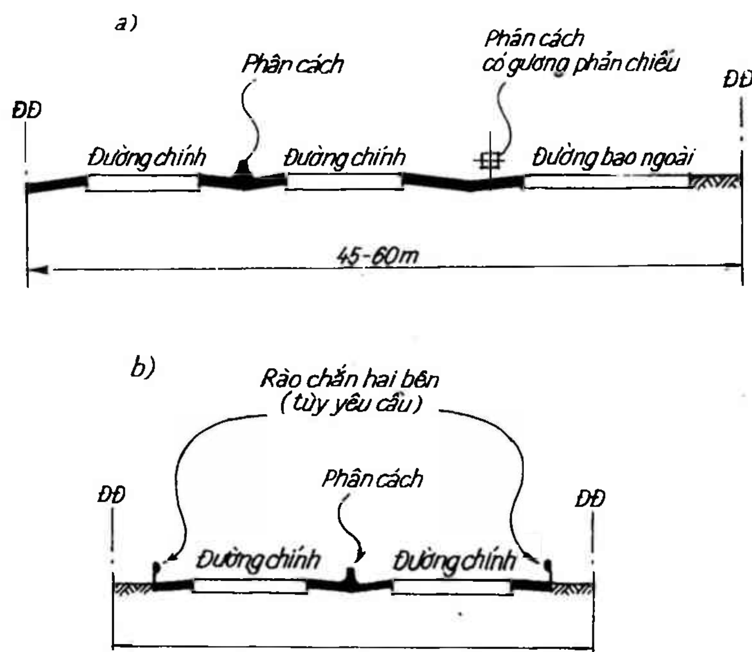
- Bề rộng dải phân cách — 10 - 22ft (3,0 - 6,6m)
- Bề rộng làn xe — 12ft (3,6m)
- Khoảng trống mỗi bên — 20ft (6,0m)
- Giới hạn đường đỏ — 100 -150ft (30 - 45m)

4. Đường phố cao tốc kết hợp (Combination-Type Freeways)

Trong nhiều trường hợp, đường phố cao tốc được kết hợp tiếp nối cả 3 loại : hạ thấp, nâng cao và ngang mặt đất. Sự tiếp nối này thể hiện trên mặt cắt dọc hình III-24 (vùng đồi), III-25 (vùng đồng bằng).

- Vùng đồi : Kết hợp đào sâu và đắp cao giữa loại đường phố cao tốc hạ thấp với nâng cao trong đoạn A-C. Điểm B đắp cao kết hợp chỗ giao nhau. Đoạn cuối là đường ngang mặt đất. Đường này có đặc tính gần như đường ngoài đô thị.

- Vùng đồng bằng : bên cạnh những đoạn dốc phân chia cắt dọc kết hợp và nối tiếp với mặt đất tự nhiên (như hình thoi), đường cao tốc sẽ vượt qua những phố giao nhau quan trọng, hoặc đường phố phụ lại vượt qua đường cao tốc như tại điểm A.



Hình III-23 : Mặt cắt ngang hạn chế và giới hạn đường đỏ đường phố cao tốc ngang mặt đất

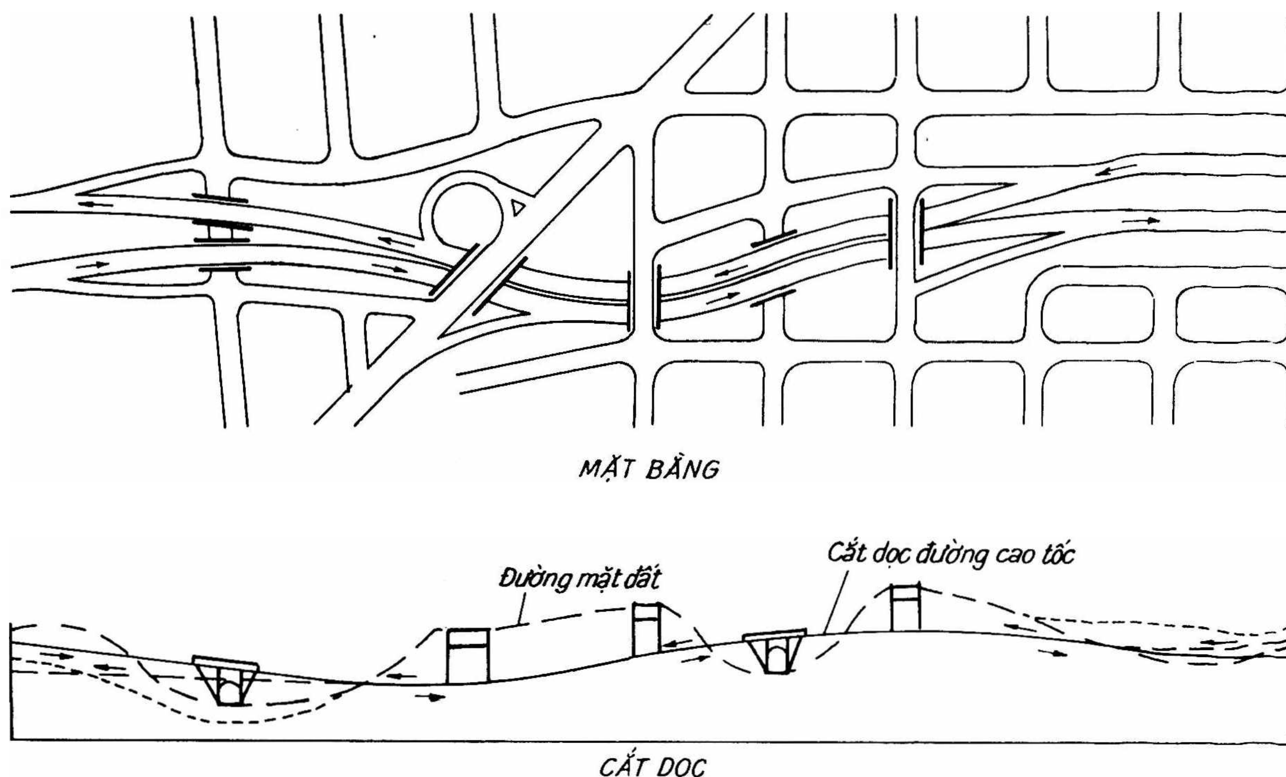
Cách kết hợp như hình III-25 dùng khi điều kiện nền đất, mức nước không cho phép làm đường cao tốc hạ thấp hoặc làm cầu cạn quá tốn kém.

Cắt dọc kết hợp được thiết kế sao cho không điểm nào bị dìm xuống trên 4ft (1,2m) theo đường tia nhìn. Phải bảo đảm tầm nhìn theo đường cong đứng trên cả các đoạn dốc chuyển dòng xe. Đường có xe tải nặng độ dốc khoảng 2% được dùng ở những chỗ độ dốc thay đổi chính.

Ở chỗ các phố giao nhau với đường cao tốc, có thể hạ thấp hoặc nâng cao một vài feet.

- *Mặt cắt ngang* : Cắt ngang đường phố cao tốc kết hợp thể hiện trên hình III-26. Đó là vấn đề cơ bản cần xem xét kĩ khi thiết kế. Thiết kế mặt cắt ngang sẽ nghiên cứu thực hiện theo từng đoạn ngắn để đáp ứng được các điều kiện yêu cầu cụ thể.

Trên hình III-26 có 6 làn đường cao tốc trong một phạm vi đường đỏ rất hẹp, mật độ dân cư cao của một thành phố lớn. Hình III-26B có 4 tầng đường lệch nhau, trong đó tầng 2 và 3 là phần xe chạy cao tốc. Tầng trên cùng là đường đi dạo chơi, xây dựng công trình, rào chắn tiếng ồn. Tầng mặt đất thấp nhất phục vụ giao thông khu vực.



Hình III-24 : Mặt cắt dọc đường phố cao tốc kết hợp ở vùng đồi

5. Đường phố cao tốc đổi chiều (Reserve-Flow)

Đường phố cao tốc thông thường có 2 chiều xe chạy riêng biệt. Trường hợp đặc biệt, ta có thể bố trí một phần xe chạy 2 chiều nằm giữa 2 phần xe chạy 1 chiều như hình III-27, III-28. Loại đường này được xem xét khi :

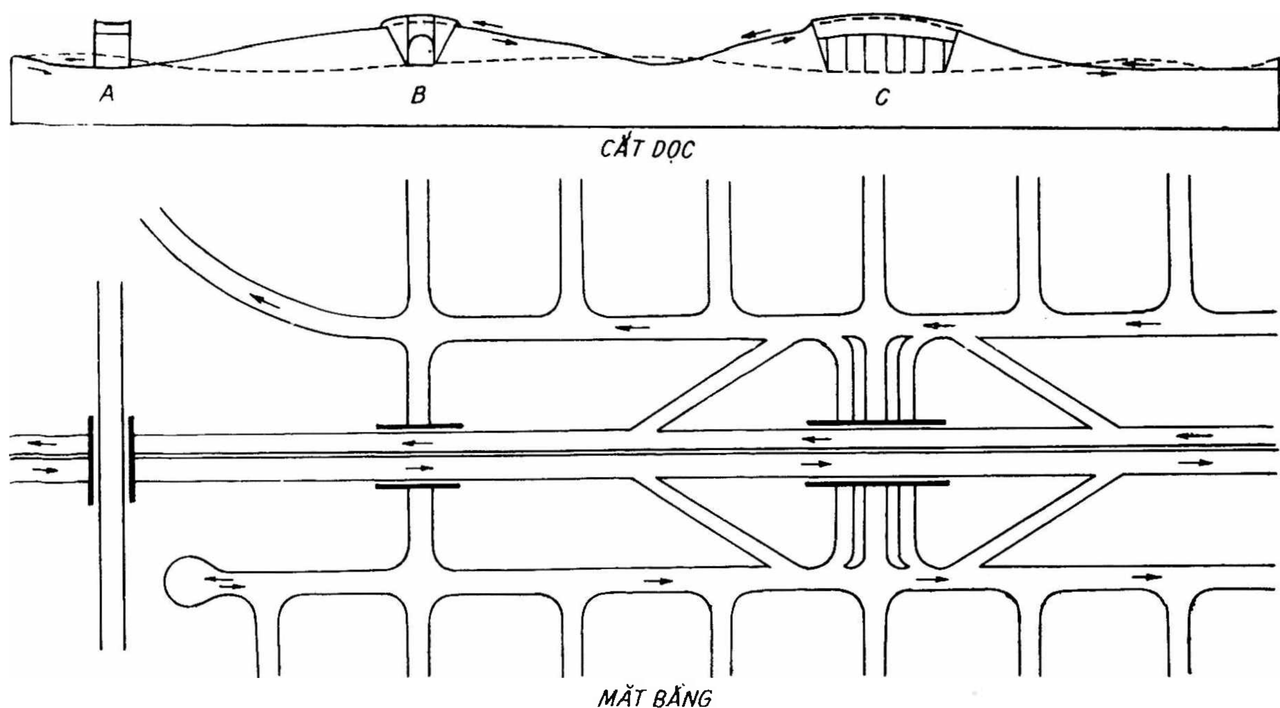
Sự phân bố lưu lượng xe chạy theo 2 chiều trong giờ cao điểm không cân bằng (thí dụ theo tỉ lệ 65 : 35% tách biệt) và lưu lượng xe chạy cần bề rộng trên 8 làn xe.

Giới hạn đường đỏ không cho phép mở rộng thêm làn xe theo 2 chiều riêng biệt.

Xác định được rõ giờ cao điểm xe chạy theo từng chiều. Thí dụ : 8 giờ sáng xe chạy nhiều từ A đến B, 5 giờ chiều xe chạy nhiều từ B về A.

Hình III-27B có số làn xe 3 trái + 2 giữa + 3 phải có thể tương đương với đường cao tốc 10 làn xe. Phần xe chạy 2 làn ở giữa sử dụng cả phần vai đường vì xe chạy một chiều theo mỗi hướng ở các thời điểm khác nhau.

– Đường phố cao tốc đổi chiều thường có điểm kết thúc ở đường có 3 làn xe mỗi chiều như hình III-28A. Trong một số trường hợp, cắt ngang kết thúc đoạn cao tốc đổi chiều đặt ở nhánh chính như hình III-28B, III-28C.

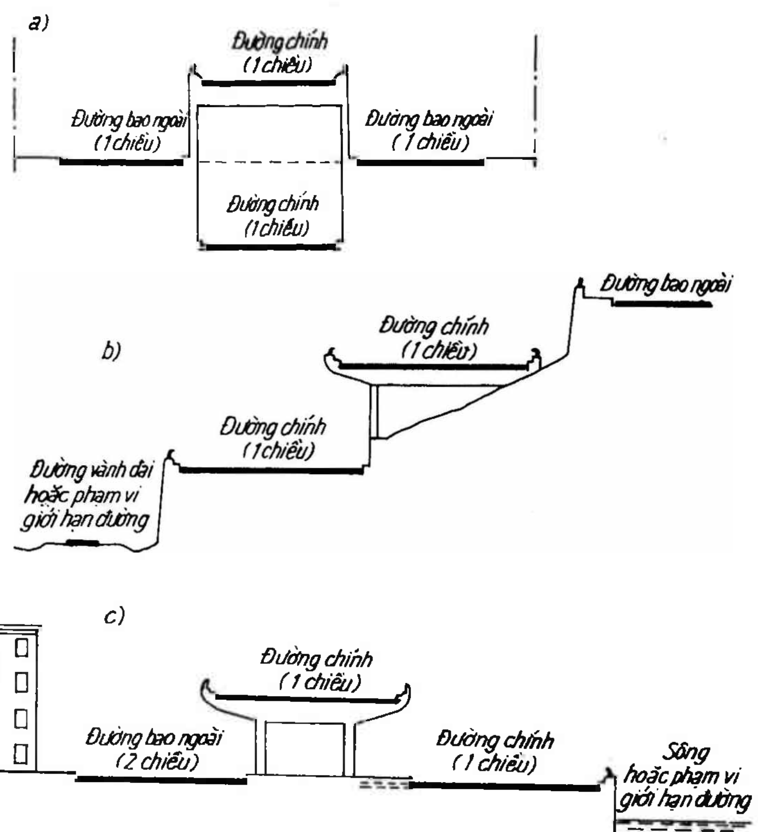


Hình III–25 : Mặt cắt dọc đường phố cao tốc kết hợp vùng dồng bằng

Chiều dài tối thiểu đoạn tiếp nối giữa đường cao tốc 2 chiều riêng biệt với đường cao tốc đổi chiều là 1200 - 1800ft (360 - 500m). Thích hợp hơn là làn xe phụ thêm ở đường cao tốc 2 chiều riêng biệt nên thực hiện trong phạm vi 2500 - 3000ft (760 - 910m) để tránh tình huống không thuận lợi trong quá trình hòa ẩn dòng xe từ đường cao tốc đổi chiều.

(Đường phố cao tốc 2 chiều kép Dual-Divided-Freeway)

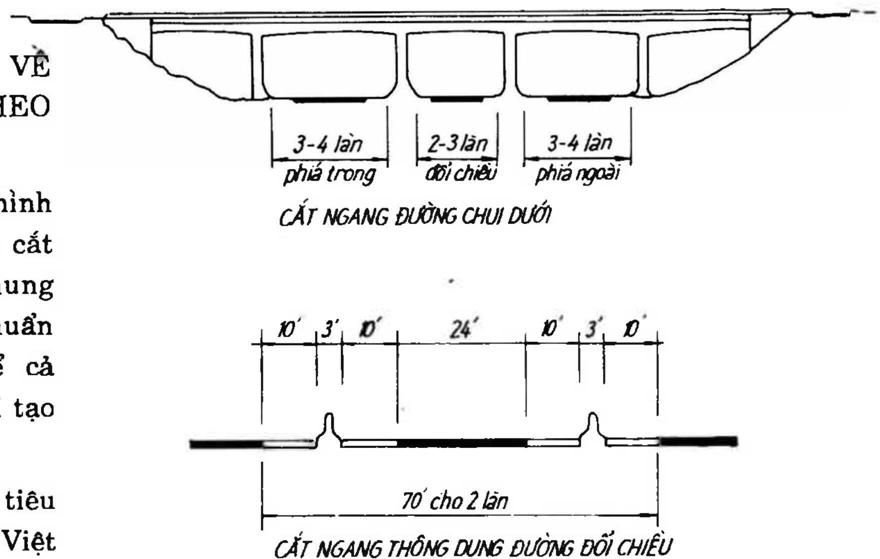
Đường phố cao tốc cần hơn 8 làn xe và lưu lượng xe 2 chiều cân bằng nhau thì nên bố trí đường 2 chiều kép, tức là mỗi chiều xe chạy lại được chia thành 2 phần mặt đường cao tốc riêng biệt. Phần mặt đường cao tốc



Hình III–26 : Mặt cắt ngang đường phố cao tốc kết hợp

ngoài thường phục vụ cho chuyển dòng xe và có thể dành riêng cho xe tải. Xem hình III-29.

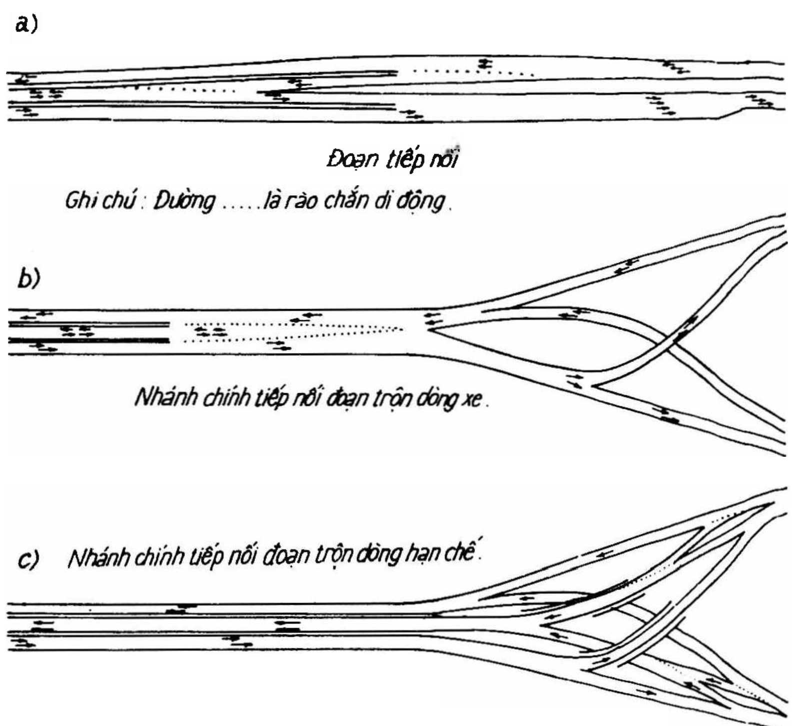
III-6. MỘT SỐ VẤN ĐỀ VỀ THIẾT KẾ ĐƯỜNG THEO AASHTO Ở VIỆT NAM



Hình III-27 : Mặt cắt ngang điển hình đường phố cao tốc đổi chiều

Về thiết kế các yếu tố hình học của đường (bình đồ, mặt cắt dọc, mặt cắt ngang...) nói chung chúng ta vẫn theo tiêu chuẩn thiết kế của Việt Nam, kể cả công trình lớn như Dự án cải tạo Quốc lộ 5 (1996 - 1998).

Để học tập, vận dụng tiêu chuẩn của AASHTO vào Việt Nam khi thiết kế đường ngoài đô thị, đường đô thị, khó khăn đầu tiên không phải là định tuyến, cắm cong, tính độ dốc mà là về quy mô mặt cắt ngang đường. Các mặt cắt ngang đường đô thị thể hiện trong chương này so với đường đô thị ở Việt Nam đã cho ta thấy rõ điều đó. Sự khác biệt này thể hiện rõ nhất qua thành phần đường bao ngoài nằm trong cắt ngang đường phố trục chính, đường cao tốc. Đây cũng chính là vấn đề chúng ta nên quan tâm xem xét khi thiết kế đường đô thị trong thời gian tới. Bước đầu, đường bao ngoài đã được đề cập đến trong Dự án đường vành đai 3 của Hà Nội.



Hình III-28 : Sơ đồ đoạn nối tiếp

Mục III-4 về thiết kế đường chuyên dụng, ta lưu ý rằng : vẫn dùng tải trọng xe H15, vẫn theo tiêu chuẩn thiết kế cầu - đường bộ chung của đường ngoài đô thị và đường đô thị. Không hề đề ra quy phạm thiết kế riêng.

Về đường cao tốc, thực chất Việt Nam chưa có đường nào là đường cao tốc đúng với tiêu chuẩn của thế giới, trước hết là ở các nút giao nhau khác mức. Sau nữa là quy mô cắt ngang

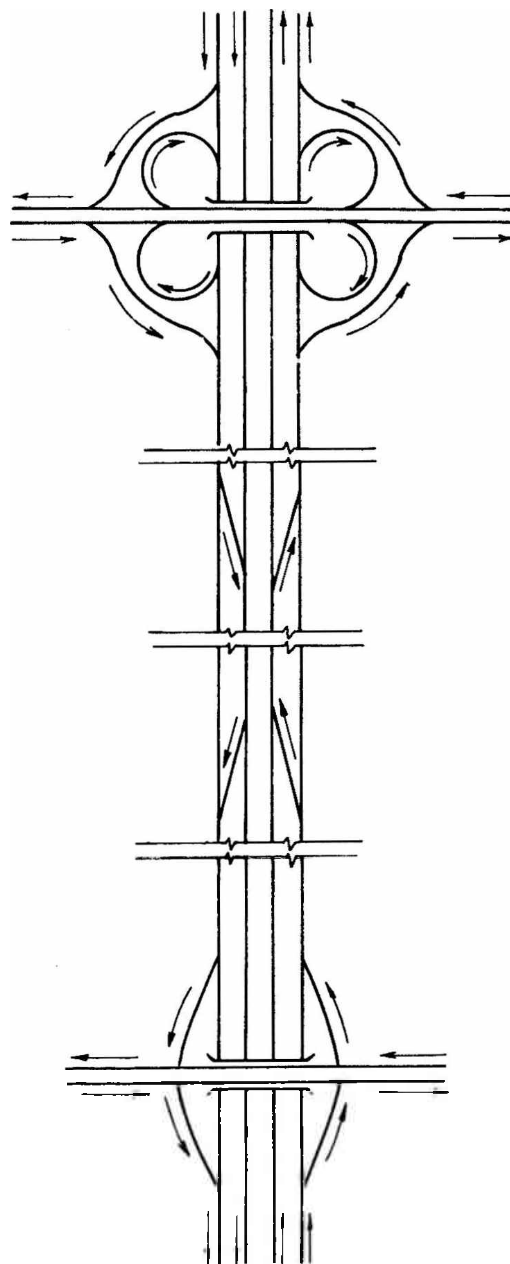
còn quá hẹp, đơn giản, không bảo đảm cho phát triển tương lai và sự trong sạch của môi trường (chống bụi, khí thải, tiếng ồn...).

Cuối cùng, quan trọng nhất vẫn là xây dựng, cải tạo mạng lưới đường đô thị phải theo một quy hoạch tổng thể khoa học, ổn định với các khu chức năng (kinh doanh, văn hóa, thể thao...), với các công trình kiến trúc xen giữa cây xanh, hồ nước và mạng lưới đường hợp lí để không bị ùn tắc giao thông, ô nhiễm do khí thải, tiếng ồn...

Việc thiết kế, tính toán một nút giao nhau khác mức, một hệ thống đường phố với cầu cạn 2 – 3 tầng chưa phải là khó, nhưng ở Việt Nam hiện nay cũng không phải là dễ. Cái khó nhất là tính toán dự liệu trước cho hài hòa, tiết kiệm đất đai, để không rơi vào vòng xoáy của mất cân bằng sinh thái như nhiều thành phố lớn của thế giới đã mắc phải.

Các tiêu chuẩn thiết kế của AASHTO giúp ta các giải pháp thiết kế cụ thể, nhưng cũng nhắc ta lường trước những khó khăn, phức tạp sẽ gặp phải khi xây dựng đường đô thị.

Về phương pháp thiết kế tính toán, áp dụng AASHTO cũng có nghĩa là phải đẩy mạnh sử dụng máy vi tính, ứng dụng phần mềm máy vi tính của thế giới và của Việt Nam ; hoặc là "của thế giới" nhưng đã "Việt Nam hóa" theo điều kiện đất đai, khí hậu, tiêu chuẩn của Việt Nam.



Hình III–29 : Sơ đồ đường phố cao tốc 2 chiều kép

Chương IV

THIẾT KẾ CẢI TẠO ĐƯỜNG ĐÔ THỊ

IV.1. KHÁI QUÁT CHUNG

Cải tạo đường đô thị có thể hiểu như sau :

Theo tuyến đường đã có, ta mở rộng nền đường, mặt đường, cải tạo lại kết cấu mặt đường, hệ thống công trình ngầm. Đôi chỗ có thể chỉnh lại tuyến đường cho đi thẳng hoặc vòng tránh, cải tạo mở rộng nút giao nhau. Đây là quy mô thường gặp nhất trong các đô thị Việt Nam hiện nay.

Cải tạo với quy mô lớn hơn như đường phố trục chính, đường phố cao tốc, có thể xây dựng thêm cả cầu cạn, nút giao nhau khác mức, như đã nêu ở chương III.

Cải tạo đường đô thị là một vấn đề rất phức tạp. Để minh họa cụ thể và để làm quen, trong phạm vi chương này sẽ đề cập đến thiết kế cải tạo đường đô thị qua một ví dụ cụ thể, với quy mô thường gặp đã nêu ở trên.

Nội dung công việc, hồ sơ thiết kế nêu ở đây không đi chi tiết theo bước thiết kế sơ bộ, thiết kế kĩ thuật..., mà coi như chung một bước thiết kế kĩ thuật, dự toán chi tiết để đưa vào thi công. Tóm tắt như sau :

Bước 1 : Khảo sát đo đạc bình đồ, mặt cắt dọc, cắt ngang tuyến đường hiện có. Khảo sát địa chất, thủy văn với mặt cắt dọc, cắt ngang địa tầng, mức nước ngầm...

Bước 2 : Trên cơ sở các bản vẽ bình đồ, mặt cắt dọc, cắt ngang đã có, điều tra chi tiết công trình ngầm hiện có như ống cấp, cống thoát nước, cáp điện cao thế, điện chiếu sáng, cáp thông tin... Đây là công việc khó khăn vì liên quan đến nhiều cơ quan chuyên ngành khác nhau, số liệu lưu trữ quản lí ở Việt Nam lại rất tản mạn, hoặc vì lí do "bí mật" nào đó.

Bước 3 : Nghiên cứu các giải pháp thiết kế.

Căn cứ vào dự án khả thi, nhiệm vụ thiết kế đã được cấp có thẩm quyền xét duyệt (tất nhiên là trên cơ sở quy hoạch chi tiết khu vực tuyến đường đi qua), kĩ sư thiết kế vạch các phương án thiết kế đường đỏ trên cắt dọc, đề ra các phương án cải tạo công trình ngầm sao cho phù hợp với các tuyến đường khác giao nhau với đường được cải tạo, sao cho cao độ cống thoát nước vẫn phù hợp trong mạng lưới thoát nước chung...

Về mặt đường, trên cơ sở kết cấu mặt đường cũ, số liệu đo ép cường độ mặt đường, đề ra phương án cải tạo mặt đường như : đoạn nào úp phủ thêm, đoạn nào cần phá bỏ toàn bộ và thay bằng kết cấu mới...

IV.2. KHẢO SÁT ĐO ĐẠC LẬP BẢN VẼ HIỆN TRẠNG

1. Khảo sát đo đạc địa hình

Cách khảo sát đo đạc địa hình và lập bản vẽ bình đồ, mặt cắt dọc, cắt ngang hiện trạng ta đã quen thuộc và đã giới thiệu ở tập 1.

Cần lưu ý các vấn đề sau :

– Hệ thống mốc tọa độ, tọa độ cần dùng thống nhất với hệ thống toàn thành phố.

– Cần đo đạc thể hiện đầy đủ nhà cửa hiện có ở 2 bên đường, vị trí cột điện, cây xanh, giếng thu, giếng thăm hiện có...

– Các đường cũ giao nhau với đường được cải tạo cần đo đạc mở rộng, dọc theo đường cũ để có cơ sở thiết kế phù hợp cao độ mặt đường. Sự phù hợp này sẽ thể hiện trên bản vẽ san nền mặt chiếu đứng. Xem IV-4-4.

– Hệ thống kí hiệu hiện trạng như : giếng thu, giếng thăm, cột điện, cây xanh, cần thể hiện thống nhất toàn bộ hồ sơ thiết kế như sau :

+ Hiện có và giữ lại trong thiết kế mới.

+ Hiện có nhưng sẽ bị phá bỏ theo thiết kế mới.

+ Hiện có nhưng sẽ sửa chữa lại.

Thí dụ cụ thể xem hình IV-2.

2. Điều tra kết cấu mặt đường cũ

Cần đào thăm dò kết cấu mặt đường cũ, bề dày, vật liệu ở các lớp móng, lớp mặt. Có thể tìm hiểu rõ hơn lịch sử xây dựng : năm xây dựng kết cấu đầu tiên, năm sửa chữa úp phủ thêm các lớp tiếp theo...

Tổ chức đo ép mặt đường cũ dọc theo 2 chiều xe chạy (như đo ép bằng cần Ben-ken-man, bằng thiết bị NDT...). Đo ép cường độ nền đất dưới mặt đường cũ để xác định môđun đàn hồi nền đất Eo (kG/cm^2).

3. Điều tra địa chất thủy văn

Đào, khoan thăm dò các lớp địa tầng, xác định tên lớp đất, chỉ tiêu cơ lí từng lớp đất.

Điều tra mức nước ngầm. Vùng ven biển cần điều tra ảnh hưởng của thủy triều.

Cuối cùng thể hiện các bản vẽ mặt cắt dọc, cắt ngang địa chất dọc tuyến đường. Báo cáo kết quả điều tra địa chất...

Cần lưu ý : với đường cải tạo, khi đào, khoan thăm dò địa chất phải dựa trên kết quả điều tra vị trí công trình ngầm để định vị hố đào, lỗ khoan, tránh phá hỏng và nguy hiểm như khi vấp phải cáp cao thế ngầm ở dưới đất.

IV.3. ĐIỀU TRA HIỆN TRẠNG CÔNG TRÌNH NGẦM

1. Hệ thống cống thoát nước

Thiết kế cống thoát nước là vấn đề đầu tiên liên quan đến thiết kế nền, mặt đường.

Trong đường đô thị cải tạo, điều tra hệ thống cống thoát nước gồm :

Hệ thống cống dọc thuộc đường cải tạo và cống dọc từ đường giao nhau với đường cải tạo. Loại cống (tròn, vuông...), kết cấu (bê tông cốt thép, gạch. ..) kích thước, cao độ đáy cống ở các chỗ giao nhau với cống khác, ở giếng thu, giếng thăm.

Các giếng thu hàm ếch, giếng thăm hiện có. Cấu tạo giếng thu, giếng thăm. Cao độ đáy giếng, đáy cống, nắp giếng. Xác định rõ cả cống ngang (ϕ30cm) nối từ giếng thu vào giếng thăm nào ?

Về cao độ đáy cống, ngay cả khi có hồ sơ lưu trữ, vẫn phải kiểm tra lại theo hệ thống mốc cao đạc đã được dùng khi khảo sát lập hồ sơ thiết kế cải tạo.

2. Hệ thống ống cấp nước

Xác định rõ đường kính, vị trí trên bình đồ, độ sâu, điểm tiếp nối với các đường phố khác và các chỗ vào nhà 2 bên đường phố.

3. Hệ thống cáp điện cao thế, hạ thế

Loại cáp, trị số điện áp, vị trí trên bình đồ, độ sâu.

4. Hệ thống cáp thông tin

Loại cáp chôn trực tiếp và loại cáp đặt trong cống bê tông. Vị trí các bể cáp thông tin. Vị trí đường cáp trên bình đồ, độ sâu.

Kết quả điều tra hệ thống công trình ngầm được thể hiện qua ví dụ trên bình đồ hình IV-7, mặt cắt ngang hình IV-3.

IV.4. NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ VÀ LẬP HỒ SƠ

1. Thiết kế mặt cắt dọc

– Trước hết kết hợp với kết cấu mặt đường cải tạo, úp phủ thêm bao nhiêu cm, hoặc làm mới ở đoạn nào...

– Dựa vào mặt cắt ngang mẫu thể hiện tương quan cao độ tim và mép ngoài hè, nền nhà 2 bên phố để xác định các cao độ khống chế.

– Xác định cao độ khống chế ở các nút giao nhau.

– Ngoài ra, nếu vì lí do địa chất, thủy văn, mức nước ngầm cần phải nâng cao độ mặt đường thì phải có luận chứng rõ ràng. Với đường đô thị, mọi quyết định cao độ cải tạo mặt đường luôn phải cân nhắc với cao độ nền nhà 2 bên đường phố.

– Khi phải dùng độ dốc dọc 0%, đan rãnh phải cấu tạo hình răng cưa để tạo độ dốc vào giếng thu hàm ếch.

– Đường cong đứng, xem thêm mục 4-5-5 tập 1.

Kết quả thiết kế bản vẽ mặt cắt dọc thể hiện qua ví dụ ở hình IV-1.

2. Thiết kế bình đồ

– Trên cơ sở bản vẽ bình đồ hiện trạng, thể hiện bề rộng mặt đường, hè đường khi được cải tạo.

– Thể hiện bán kính cong bó vỉa ở các nút giao nhau. Với đường xe chạy tốc độ cao, thiết kế nút giao nhau còn phải dựa trên tính toán tầm nhìn xe chạy, qua đó dẫn tới yêu cầu phá bỏ chướng ngại ở nút giao nhau (như cây cối, nhà cửa ở góc phố...).

– Thể hiện đầy đủ vị trí giếng thu, giếng thăm, cây xanh với kí hiệu phân biệt rõ như :

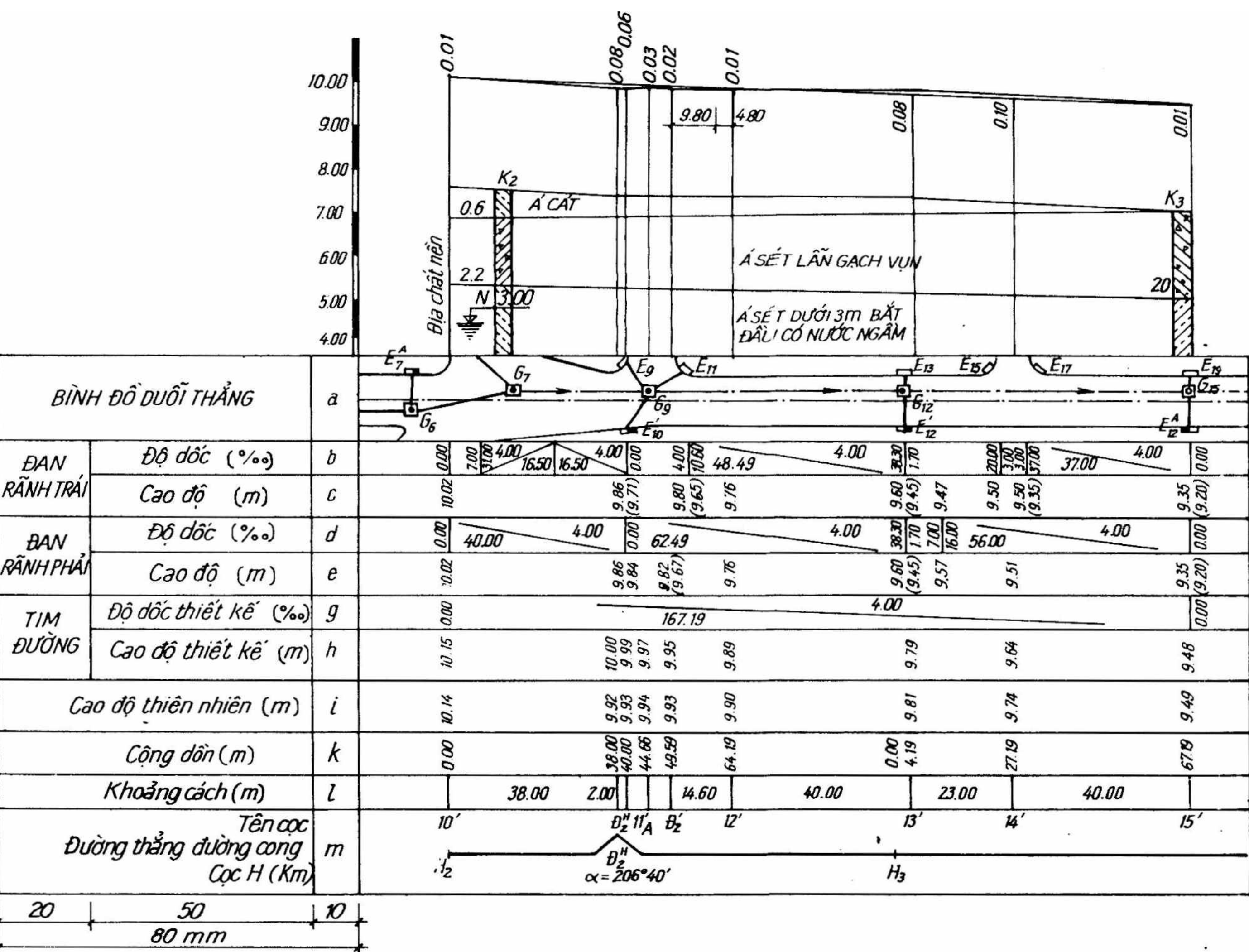
+ Giếng thu, giếng thăm hiện có, để lại.

+ Giếng thu, giếng thăm cải tạo. Tức là giếng đã có nhưng phải xây sửa lại phần trên cho phù hợp với thiết kế mới.

+ Giếng thu, giếng thăm làm mới

– Cây xanh hiện có giữ lại và chặt bỏ.

Hình IV-2 là ví dụ bình đồ đường đô thị cải tạo với quy mô như : mặt cắt ngang hình IV-3 và khớp với cắt dọc hình IV-1.



Hình IV–1 : Mặt cắt dọc đường đô thị cải tạo

GHI

4.00 / 10.60 (Hàng b ho
là cách cọc
12' 10.60m

9.80 (9.65) (Hàng c hoặ
độ của giến
thẳng dốc
dùng bó vỉa
dìm sâu th
cao độ 9.65
II-1c).

0.60m Độ sâu lớ

N 300 Mức nướ

9.90 (12') _ Cao độ tự nhiên và tên cọc tim tuyến cải tạo.

E_{15} G_{13} _ Giếng thu hàm ếch và giếng thăm hiện có, để lại không sửa chữa gì.

E_9 G_6 _ Giếng thu hàm ếch và giếng thăm cải tạo (Giếng cũ sửa lại, xem GC-4)

G_{11} _ Giếng thu hàm ếch và giếng thăm làm mới (hoặc cũ phá bỏ, làm mới như E_{10})

E_{12} G_8 _ Giếng thu hàm ếch và giếng thăm phá bỏ.

_ Cây bóng mát giữ lại và chặt bỏ.

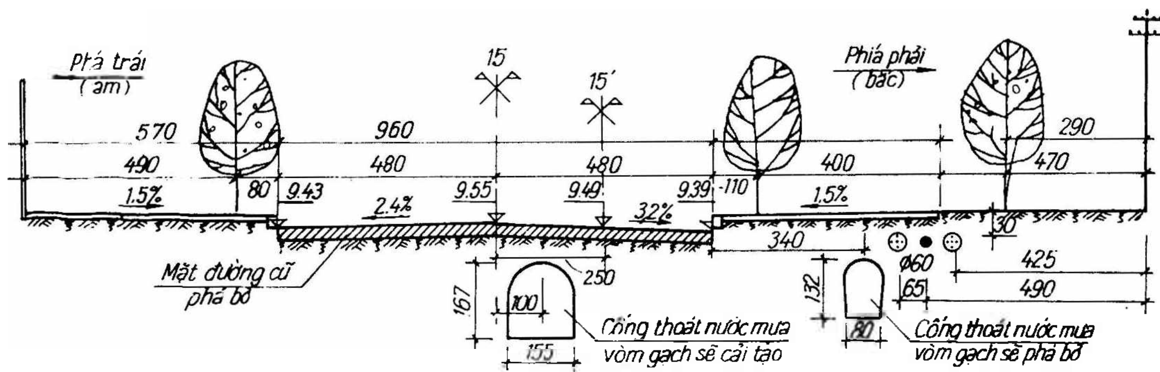
_ Tường rào hiện có.

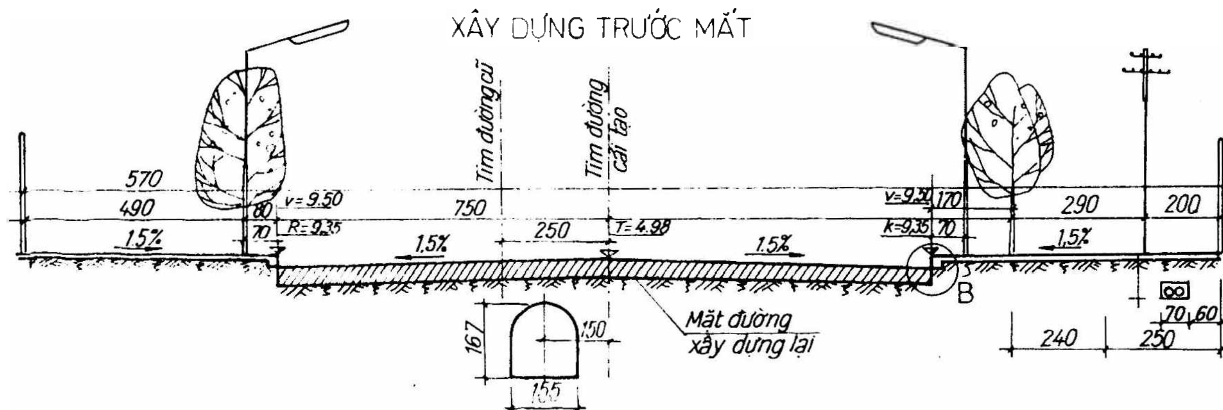
_ Đường xe điện

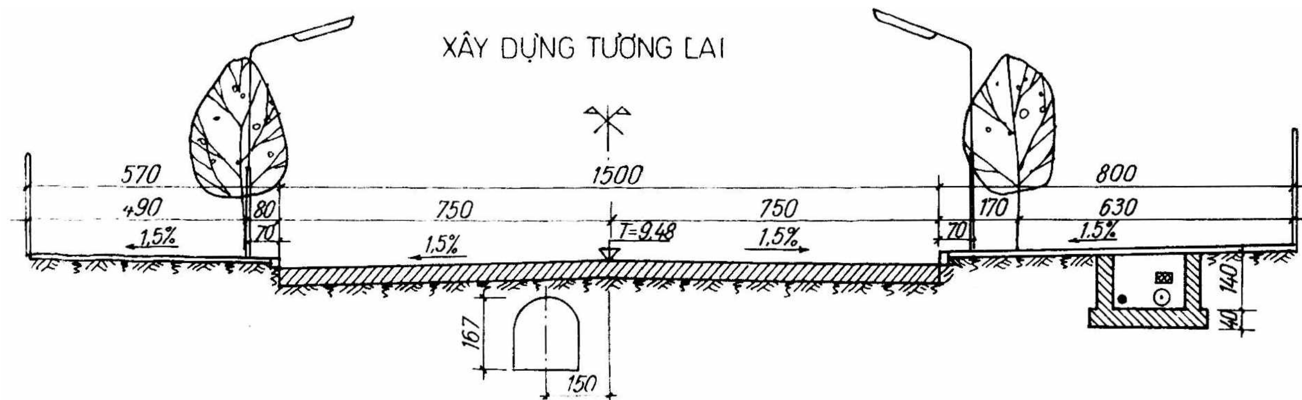
_ Cột điện hạ thế hiện có.

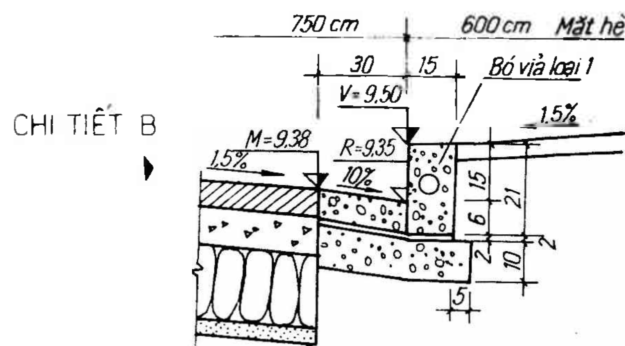
Hình IV–2 : Bình đồ đường đô thị cải tạo

CẮT NGANG 2-2 (Cọc 15') HIỆN TRẠNG









Hình IV – 3 : Mặt cắt ngang mẫu đường đô thị cải tạo

3. Thiết kế mặt cắt ngang

Mặt cắt ngang mẫu thể hiện như hình IV-3, nên chọn một cọc điển hình (như cọc 15') để thể hiện chính xác.

– Mặt cắt ngang hiện trạng với kích thước, vị trí công trình ngầm hiện có.

– Mặt cắt ngang xây dựng trước mắt (tức giai đoạn đầu tư 1) với kích thước, vị trí cải tạo công trình ngầm đúng như thiết kế.

– Mặt cắt ngang xây dựng tương lai (tức giai đoạn đầu tư 2).

Mặt cắt ngang thi công chi tiết (còn gọi là mặt cắt ngang khối lượng) thể hiện ở tất cả các cọc dọc tuyến đường, ghi rõ diện tích đào, đắp, độ mở rộng, độ dốc siêu cao... như đã nêu ở hình vẽ .

4. Thiết kế san nền chiếu đứng

Kết quả thiết kế mặt cắt dọc, bình đồ, mặt cắt ngang, hệ thống thoát nước, giếng thu, giếng thăm... được thể hiện qua bản vẽ san nền chiếu đứng như hình IV-4.

Cần lưu ý : vị trí giếng thu, giếng thăm phải đúng vị trí trên bình đồ, vì cao độ nắp giếng thu, giếng thăm được xác định qua bản vẽ san nền chiếu đứng. Từ cao độ nắp giếng thu hàm ếch, theo yêu cầu cấu tạo như hình II-4 sẽ xác định cao độ C_1 đáy cống ngang ϕ30cm ở điểm đổ vào giếng thăm theo độ dốc thiết kế. Xem thêm hình IV-5, IV-6.

5. Thiết kế cải tạo cống thoát nước dọc, giếng thu, giếng thăm

Khi thiết kế cải tạo đường đô thị, cố gắng tận dụng cống dọc hiện có. Trường hợp phải phá bỏ cả cống dọc cũ để xây mới, cần luận chứng hiệu quả rõ ràng. Chi tiết bài toán cải tạo này không trình bày ở đây. Các hình IV-5, IV-6 chỉ là ví dụ cách thiết kế giếng thu, giếng thăm thường gặp khi cải tạo đường đô thị.

Bảng kê cao độ giếng thu hàm ếch IV-1, bảng kê cao độ giếng thăm IV-2 là minh họa cho sự phức tạp của hệ thống cao độ giếng thu, giếng thăm (đã nêu ở mục II-6, hình III-3).

– Xem xét số liệu bảng IV-1, ta thấy giếng thu E_{12} bị phá bỏ để làm giếng thu mới $E_{12'}$ ở mép hè đường mới mở rộng. Tuy vậy, cống ngang ϕ30cm nối vào giếng thăm $G_{11'}$ vẫn giữ lại và sẽ được kéo dài để nối vào $E_{12'}$. Vì vậy có giá trị C_1 = 8,39 lớn hơn trị số C_2 = 8,38

Các cao độ nắp N, đáy Đ, đáy cống a, b, c của các giếng G_5, G_7, G_{11}, E_{12}, E_{13}, E_{15} là kết quả của công tác điều tra hiện trạng công trình ngầm đã nêu ở IV-3. Cao độ thiết kế nắp giếng N được xác định từ bản vẽ san nền mặt chiếu đứng hình IV-4. Như vậy giếng thăm G_7 cao độ nắp bị hạ thấp 10,14 - 9,98 = 0,16m, giếng thu E_{13} nắp giếng bị hạ thấp 9,90 - 9,76 = 0,14m.

6. Thiết kế cải tạo hệ thống công trình ngầm khác

Ngoài cống thoát nước, khi cải tạo đường đô thị còn phải di chuyển, sắp xếp vị trí các công trình ngầm khác như ống cấp nước, cáp điện cao thế, hạ thế, cáp thông tin...

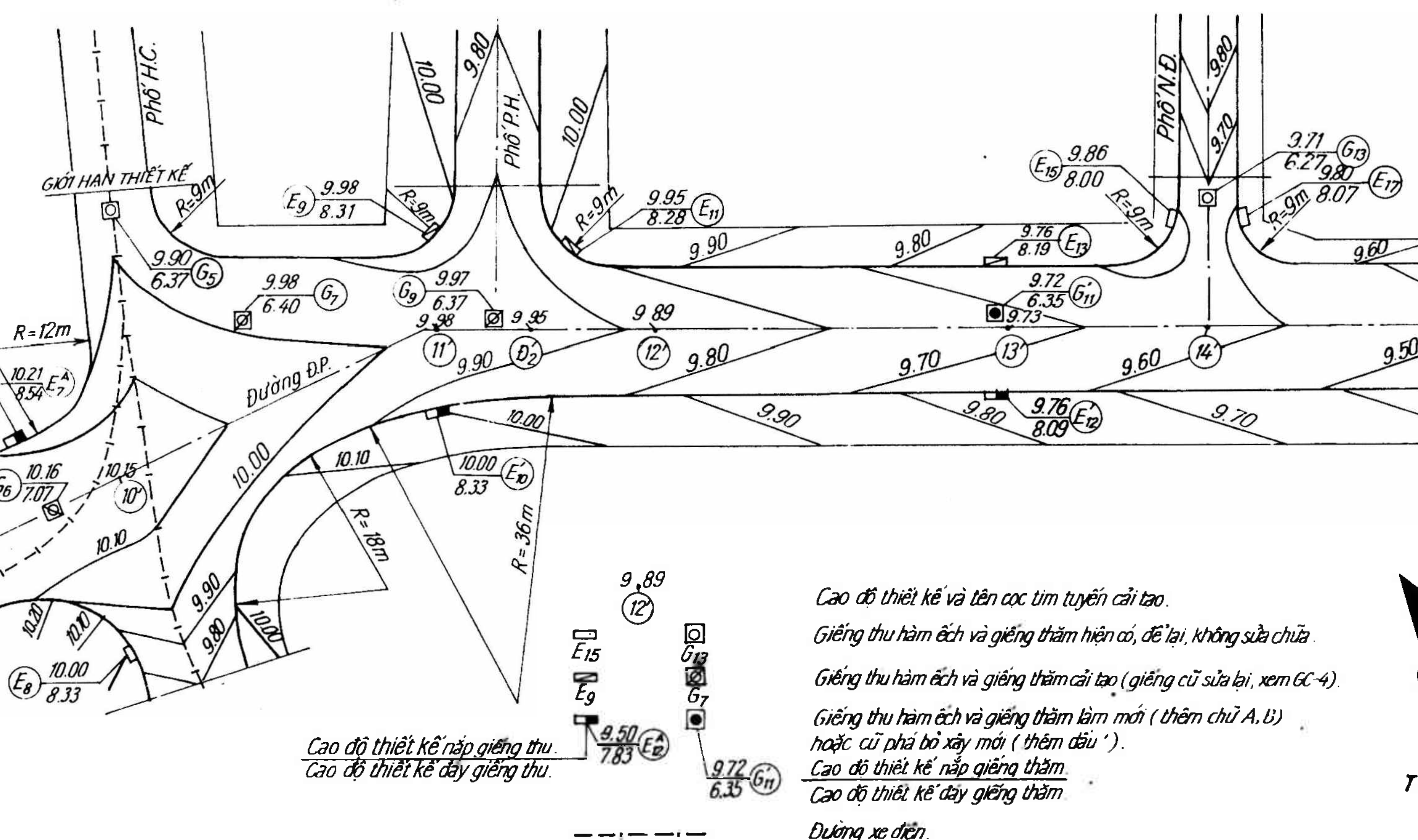
Thiết kế cải tạo các công trình trên lại do các đơn vị chuyên ngành khác thực hiện. Tuy vậy, kĩ sư chủ nhiệm đồ án cải tạo đường vẫn phải là người đề ra dự kiến sắp xếp vị trí các công trình đó, thảo luận với các cơ quan chuyên ngành để định vị được vị trí trên bình đồ, độ sâu... sao cho bảo đảm yêu cầu kĩ thuật.

HƯỚNG DẪN : _ Bản vẽ san nền đường chỉ thể hiện đường đồng mức trong phạm vi mặt và hè đường, cao độ thiết kế tim đường.

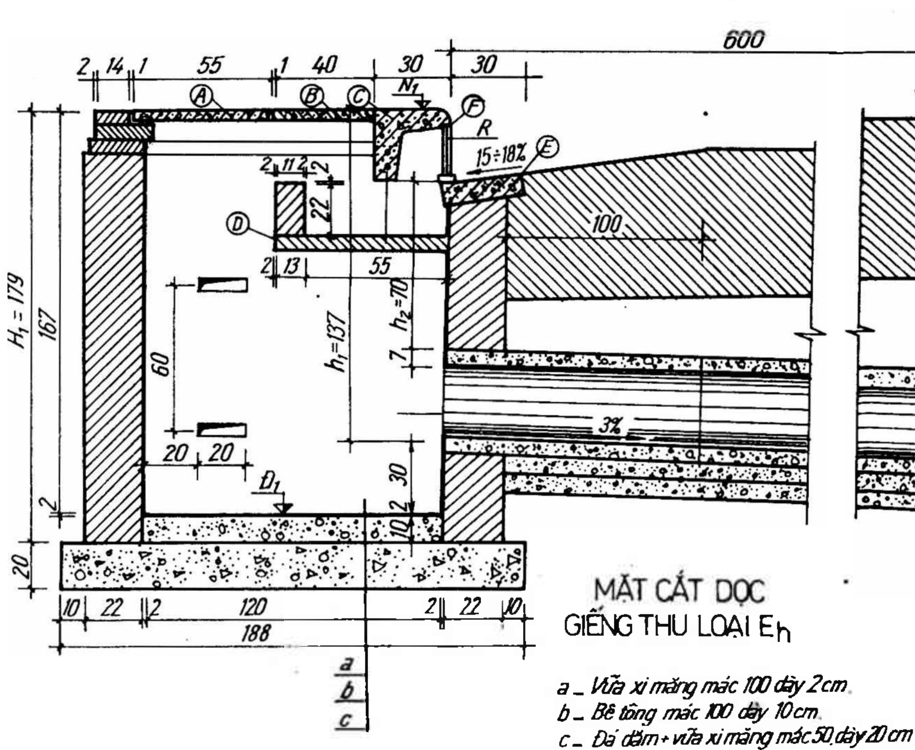
_ Chú ý quy ước độ dốc dọc bó vỉa song song dốc dọc tim đường và cao hơn cao độ tim một hằng số, thể hiện ở chi tiết B, bản vẽ CT 7/17.

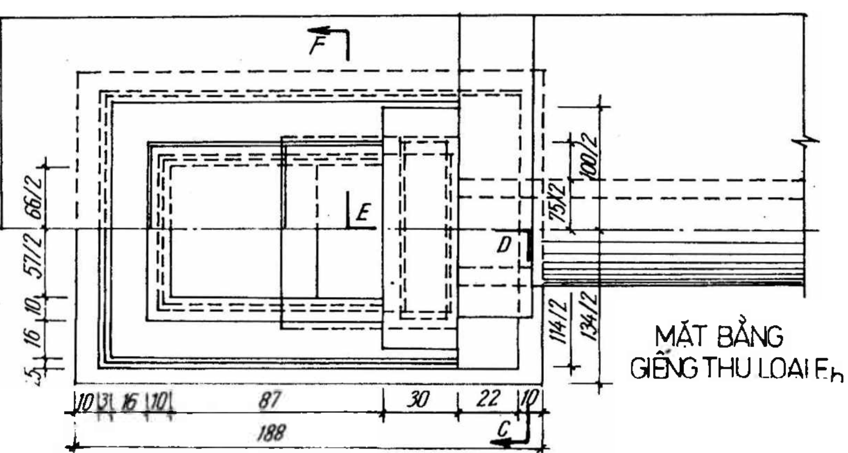
_ Bản vẽ này chỉ thể hiện cao độ thiết kế nắp và đáy giếng thu, giếng thăm được sử dụng. Cao độ chi tiết đáy cống dọc, cống ngang xem bảng IV-1, IV-2. (Chú ý rằng các giếng cũ cải tạo lại như G_7, G_9 còn có cao độ nắp và đáy theo hiện trạng được thể hiện ở hình vẽ II-1c.

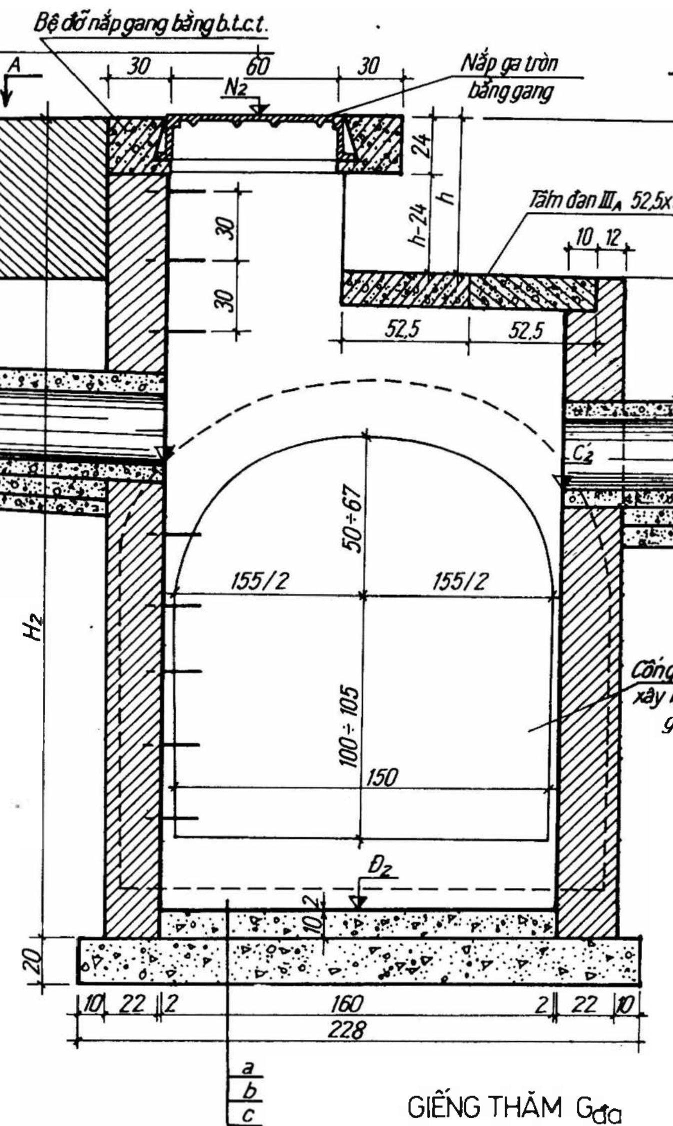
_ Bản vẽ san nền chỉ cần vẽ tim đường cải tạo, mép đường, mép hè cải tạo, không cần vẽ tim tuyến cũ và mép đường, mép hè cũ.



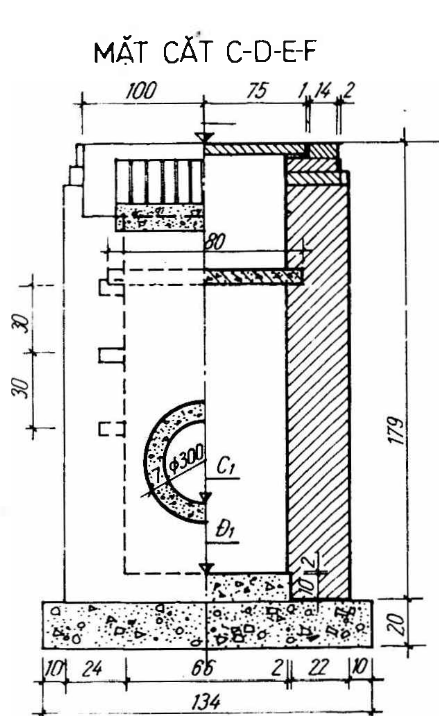
Hình IV–4 : *Bình đồ san nền chiếu đứng đường đô thị cải tạo.*

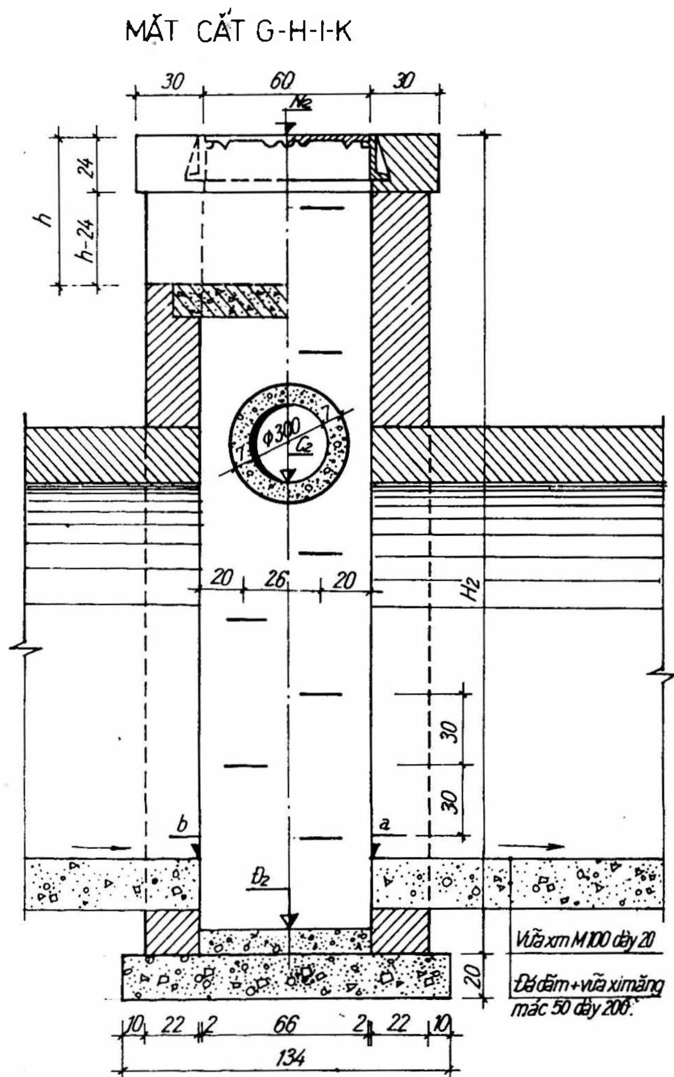


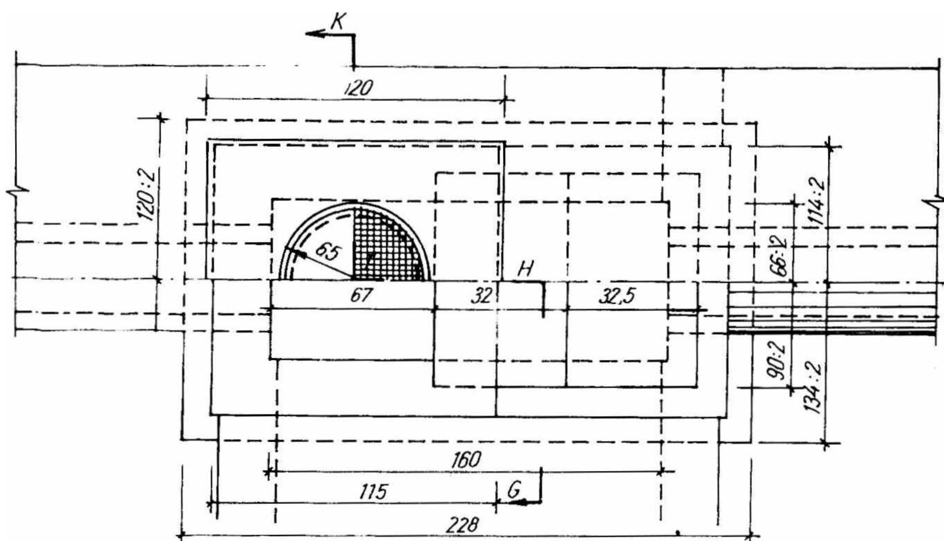




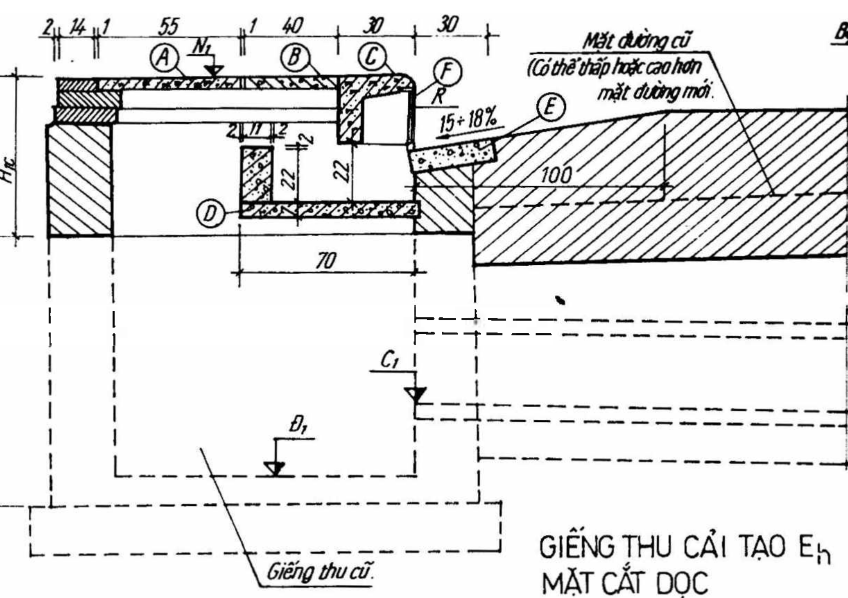
Hình IV–5 : Giếng thu, giếng thăm làm mới. Cống vòm dọc cũ giữ ngu

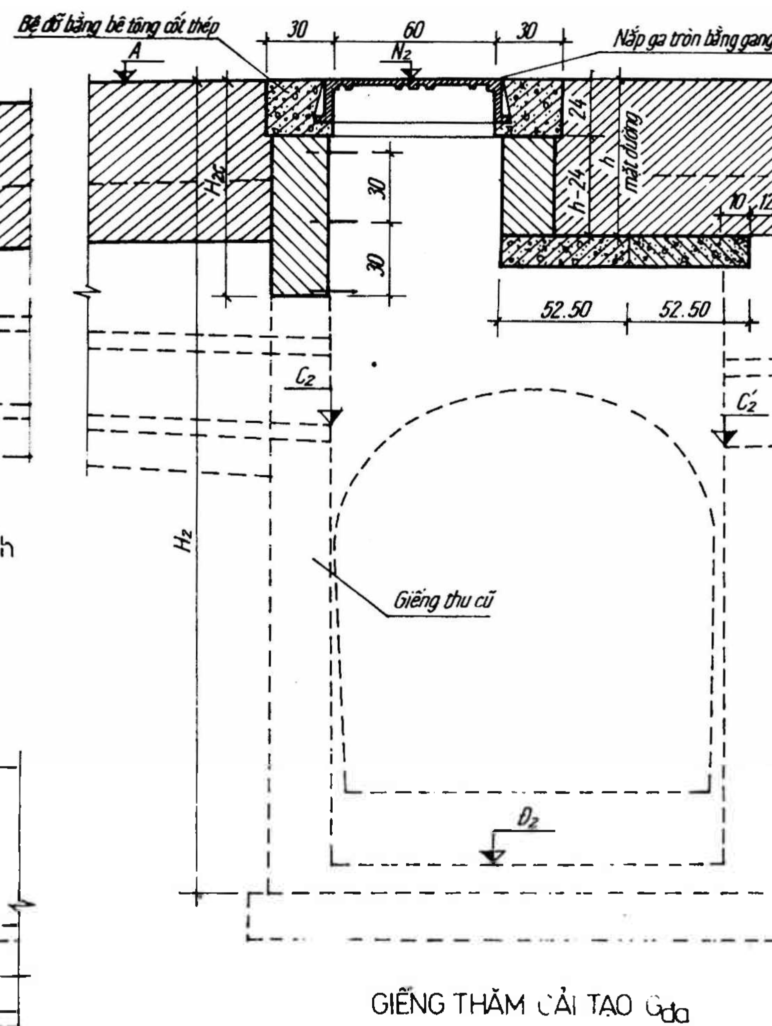

MẶT CẮT C-D-E-F
100
75
179
134

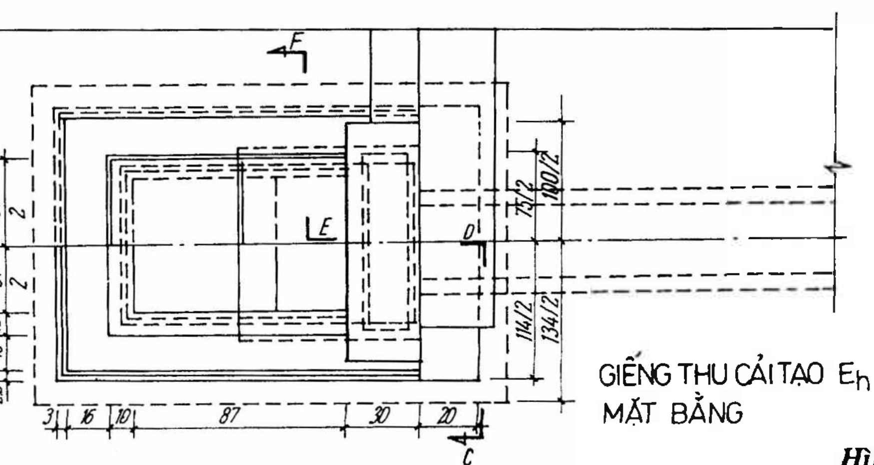

MẶT CẮT G-H-I-K
Vữa xm M100 dày 20
Đá dăm + vữa ximăng mác 50 dày 200
134


MẶT BẰNG GIẾNG THĂM
160
115
228

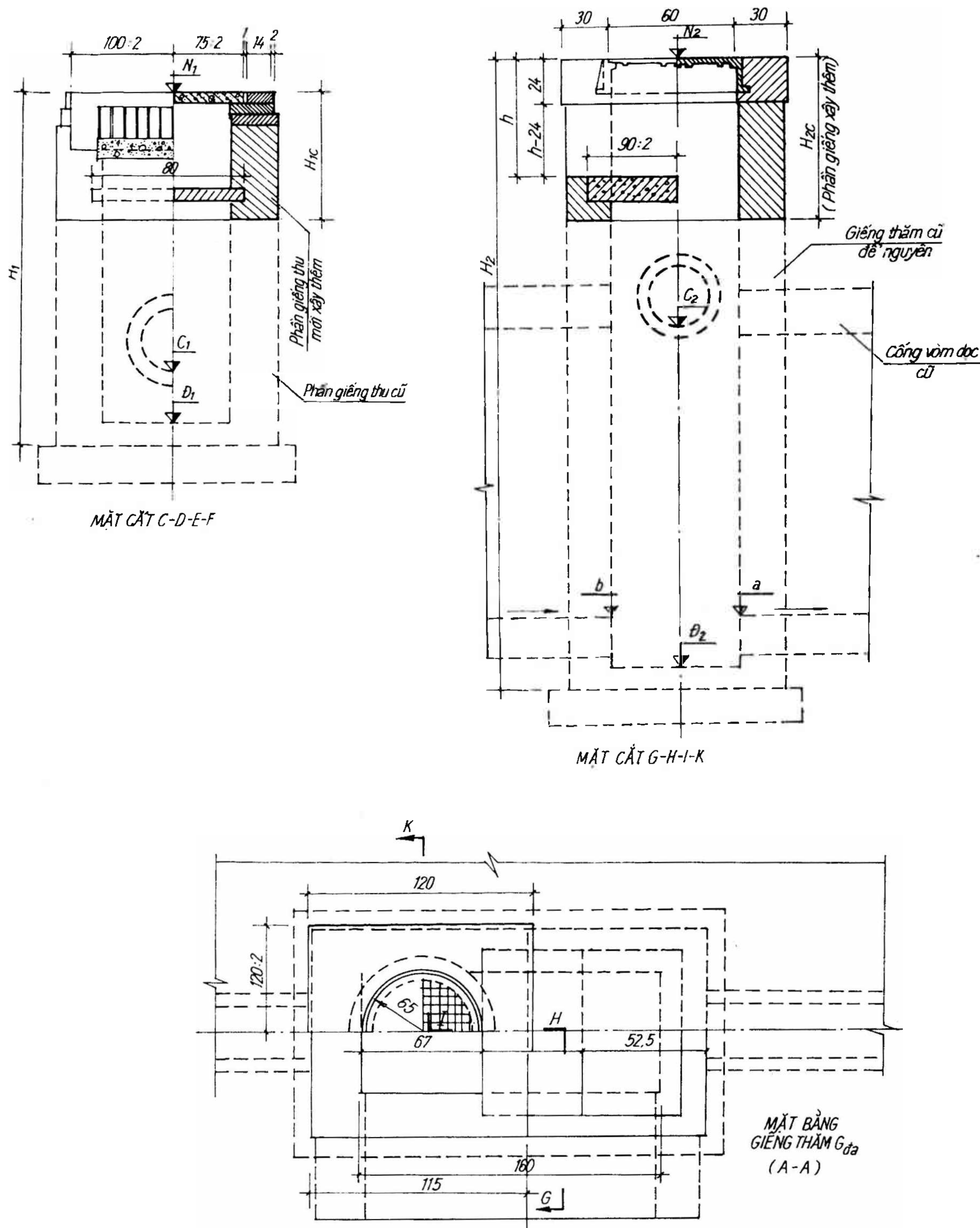
Hình IV–5



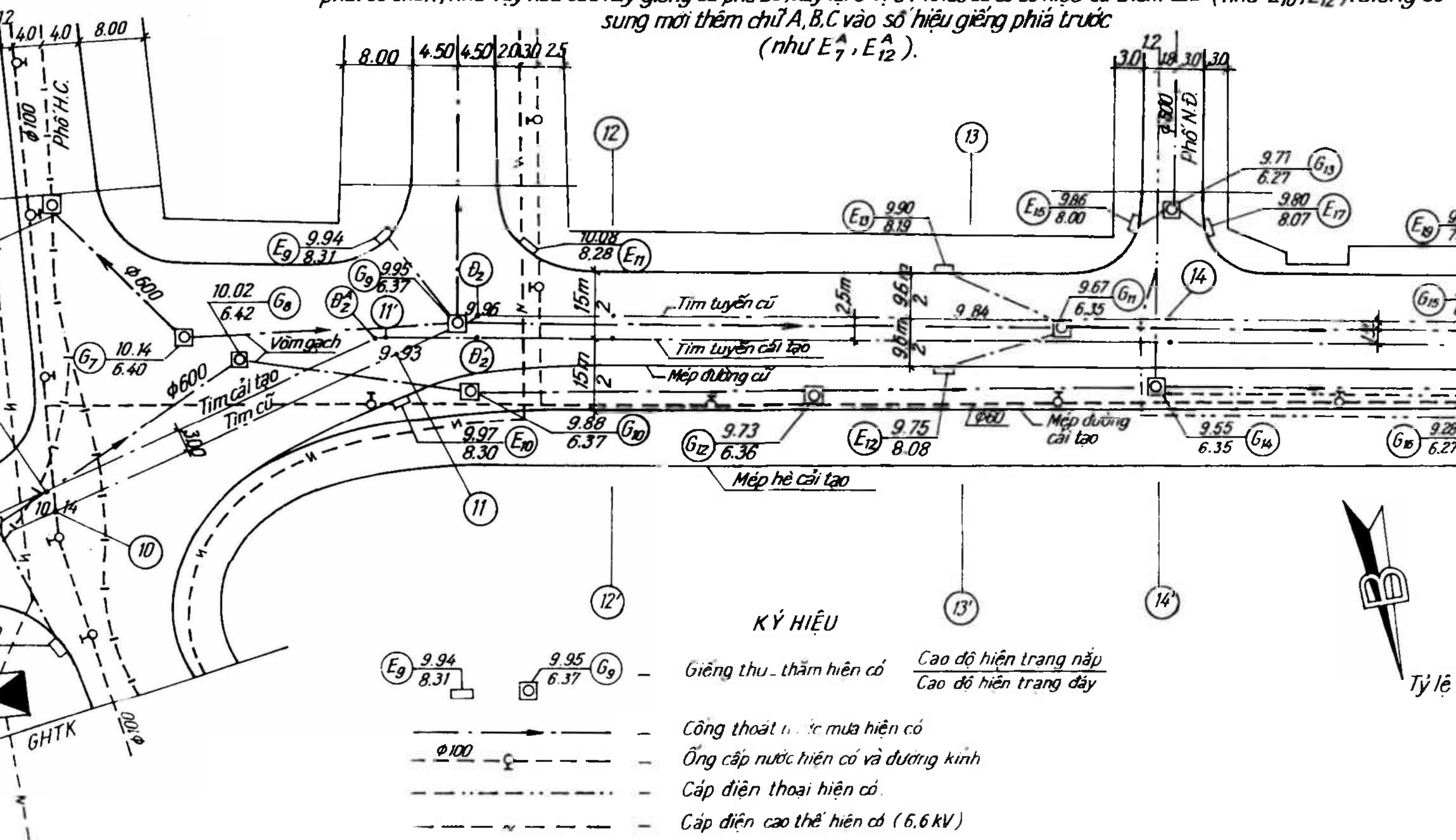




Hình IV–6 *: Giếng thu, giếng thăm đã có, cải tạo lại p*

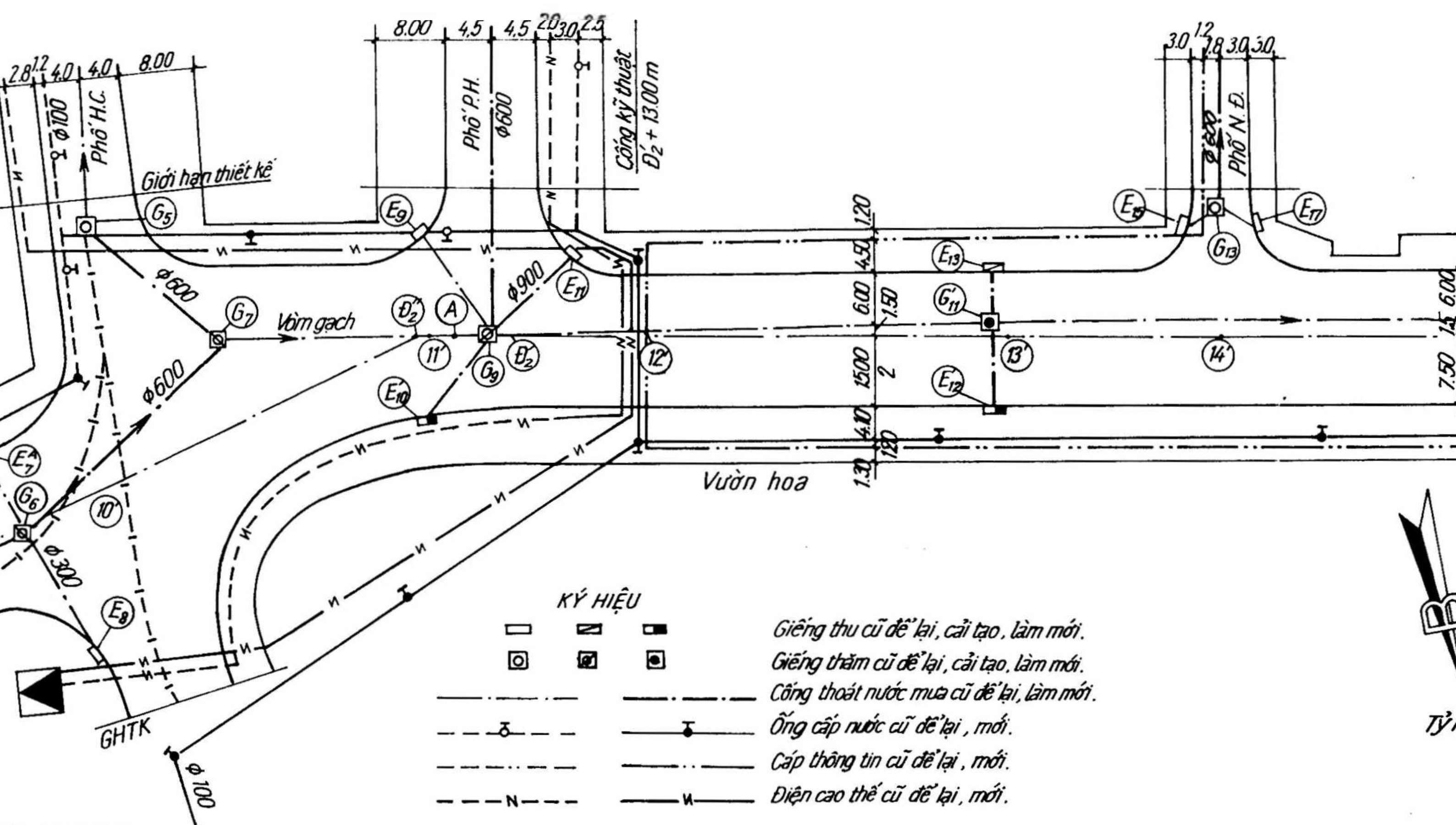


Hình IV–6 : Giếng thu, giếng thăm đã có, cải tạo lại phần trên.



Hình IV-7 : Mặt bằng hiện trạng công trình ngầm

[illegible] – [illegible]
- Để tên cọc tim tuyến cải tạo và tên giếng thu, giếng thăm để dễ nhận biết vị trí các công trình khác.
- Cắt ngang tổng hợp công trình kỹ thuật thể hiện cùng với cắt ngang mẫu (IV-3) và ở vị trí điển hình.
- Thể hiện vị trí cống kỹ thuật (Cống qua đường chung cho các công trình kỹ thuật ngầm). Cấu tạo cống kỹ thuật xem bản vẽ II-11.
- Khi mặt bằng tổng hợp công trình kỹ thuật có nhiều nút giao nhau cần thiết kế cụ thể cao độ đặt từng công trình, ta phải đánh số nút và lập bảng thống kê cao độ nút giao nhau như bản vẽ V-7; V-8.



Hình IV–8 : Mặt bằng tổng hợp công trình kỉ thuật

Bảng thống kê cao độ giếng thăm

Loại giếng				Vị trí	Vẽ sơ đồ	Cao độ đáy cống (m)					Cao độ giếng (m
Cũ phá bỏ	Cũ cải tạo	Cũ để lại	Làm mới			Hạ lưu	Thượng lưu				Nắp N_2	Đáy Đ
						a	b	c_2	b_2	c_4		
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		G_5		C'_{10} + 14	b_1 a	6,77	6,77				– / 9,90	– / 6,37
	G_7			C'_{10} + 20	b_1 a b_2	6,70	6,74		7,30		9,98 / 10,14	– / 6,40
			G'_{11}	C'_{12} + 38.30	b_1 c_4 a c_2	6,65	6,65	8,38		8,48	9,72 / –	6,35 / –
G_{11}				C'_{13} + 10	b_1 a	6,65	6,65				– / 9,67	– / 6,35

Bảng thống kê cao độ giếng thu hàm ếch

Loại giếng				Vị trí	Vẽ sơ đồ	Cao độ đáy cống (m)		Cao độ giếng (m)		C
Cũ phá bỏ	Cũ cải tạo	Cũ để lại	Làm mới			Hạ lưu	Thượng lưu	Nắp N_1	Đáy $Đ_1$	
						C_1	C'_2			
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
			E'_{12}	C'_{12} + 38,30	C_1	8,39		9,76 / –	8,09 / –	
E_{12}				C'_{12} + 38,30	C_2	8,38	8,38	– / 9,75	– / 8,08	
	E_{13}			C'_{12} + 38,30	C_1	8,49		9,76 / 9,90	– / 8,19	
		E_{15}		C'_{13} + 20.00	C_1	8.30		– / 9,86	– / 8,00	

:

N – Đ + 0,12m.

ộ N và Đ : tử số là cao độ thiết kế – mẫu số là cao độ hiện trạng.

Bảng tổng hợp kết cấu mặt đường

...u cầu và tải trọng thiết kế	a	E_{yc} = 2300 kG/cm^2 - H10 (D = 33cm, P = 5.4 kG/cm^2)	
Tên đất nền chỉ tiêu cơ lí E_o = kG/cm^2)	b	Á sét $\frac{W}{W_T}$ = 0,75 , φ = 15^o , C = 0,15 kG/cm^2 Eo = 280 kG/cm^2	Á sét lẫn gạch vụn $\frac{W}{W_T}$ = 0,70, φ = 18^o, C = 0,19 kG/... E_o = 340 kG/cm^2
Kết cấu mặt đường cũ	c	6cm B.T.AP bị phá hoại 15cm đá dăm bong bật 20cm đá ba bị lún 41cm	6cm B.T.AP E_3 = 5000... 15cm đá dăm E_2 = 300... 20cm đá ba E_1 = 200... 41cm
Kết cấu mặt đường mới	đ	Loại 1 làm mới 10cm B.T.AP E_3 =7000 kG/cm^2 15cm đá dăm E_2 = 4000 " 25cm đá hộc E_1 = 2000 " 5cm cát (không tính chịu lực) 55cm	Loại II úp phủ. 10cm B.T.A.P mới 6cm B.T.AP E_3 = ... kG/cm^2 15cm đá dăm E_2 = ... 20cm đá ba E_1 = ... 51cm
Quy cách vật liệu	g	Nhựa đặc từ dầu mỏ BHД 40/60 đá dăm cấp 1 ÷ 2 cỡ 2 - 6cm , đá hộc cấp 4 - 5 cát đen sông Hồng	Nhựa đặc từ dầu mỏ BHД 40/60 ...
...c lưu ý thi công	h	Đào bỏ mặt đường cũ, lu lèn lại nền đường cho đạt K = 90%, sau đó làm mặt đường mới. Chỗ nền cao sẽ đào bỏ đất cũ sâu 1 ÷ 1,3m, thay đất mới.	Vá ổ gà, bù vênh mặt đường cũ quét sạ... nhựa dính bám 0,8 kG/cm^2, sau đó ... B.T.A.P 10cm
...rí chiều dài (m), ...iện tích (m^2)	i	Đ$_c$ = 15' , 23' - 29' L = 579,19m , F = 10,007m^2	15' - 23', 29' - 42' L = 157,81m F = 13.092m2
...i lượng toàn thể	k	L = 1337m	F = 23,099m^2

Phức tạp nhất là bố trí công trình ngầm ở các nút giao nhau, thường có tình trạng công trình nọ đi chéo qua công trình kia (như cáp điện phải luồn dưới ống cấp nước, hoặc ống cấp nước lại phải vòng tránh cống thoát nước...). Cách thiết kế thể hiện vấn đề này sẽ đề cập đến qua ví dụ hình V-7, V-8, V-9 chương V.

Ở chương này, giới thiệu vắn tắt qua hình IV-7, IV-8 và mặt cắt ngang hình IV-3.

Hình II-11 giới thiệu một dạng cống kĩ thuật để đặt công trình ngầm qua nút giao nhau.

Nguyên tắc bố trí công trình ngầm tham khảo hình II-9, bảng II-1, II-2, II-3. Khi có nhiều công trình ngầm, việc bố trí trên mặt cắt ngang theo khoảng cách, độ sâu quy định thường rất khó khăn. Tuy vậy, kĩ sư thiết kế vẫn phải cân nhắc nhiều phương án để đề ra giải pháp tối ưu.

Nguyên tắc bố trí công trình ngầm cũng cần được cơ quan quản lí đô thị như Sở Giao thông, Sở Xây dựng áp dụng khi cấp phép xây dựng thêm, cải tạo công trình ngầm.

7. Thiết kế cải tạo mặt đường

Cách tính toán thiết kế theo quy trình hiện hành. Kết quả đưa ra như bảng IV-3.

Trong thiết kế đường hiện nay, tùy theo phương pháp tính mà liên quan đến các trị số như : môđun biến dạng, môđun đàn hồi, California Bearing Rate (CBR) của nền đất, vật liệu... Tương quan các trị số trên với cùng loại nền đất, vật liệu móng, mặt đường... rất khó xác định chính xác. Bảng IV-4 giới thiệu mối tương quan này theo công thức kinh nghiệm để tham khảo.

Phụ lục IV-1 giới thiệu một số kết cấu điển hình mặt đường đô thị do Bộ Xây dựng ban hành

Bảng IV-4

Các đặc trưng tính toán của đất nền đường
CBR, E_o kG/cm^2 (biến dạng và đàn hồi), C kG/cm^2, φ_o

Loại 1	Đặc trưng của đất	Đặc trưng tính toán của đất ứng với độ ẩm tương đối W/WT						
		0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cát hạt lớn	CBR	35 - 40	35 - 40	35 - 40	35 - 40	35 - 40	35 - 40	35 - 40
	E_o biến dạng	430	430	430	430	430	430	430
	E_o đàn hồi	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300
	φ_o	43	43	43	43	43	43	43
Cát hạt trung	CBR	30 - 40	30 - 40	30 - 40	30 - 40	30 - 40	30 - 40	30 - 40
	E_o biến dạng	400	400	400	400	400	400	400
	E_o đàn hồi	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
	φ_o	40	40	40	40	40	40	40
Cát hạt nhỏ	CBR	20 - 30	20 - 30	20 - 30	20 - 30	20 - 30	20 - 30	20 - 30
	E_o biến dạng	330	330	330	330	330	330	330
	E_o đàn hồi	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
	φ_o	38	38	38	38	38	38	38

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cát bụi	CBR	10 - 25	10 - 25	10 - 25	10 - 25	10 - 25	10 - 25	10 - 25
	E_o biến dạng	170	170	170	170	170	170	170
	E_o đàn hồi	500	500	500	500	500	500	500
	φ_o	36	36	36	36	36	36	36
Cát nhẹ hạt lớn	CBR	15 - 20	15 - 20	15 - 20	15 - 20	15 - 20	15 - 20	15 -20
	E_o biến dạng	200	200	200	200	200	200	200
	E_o đàn hồi	600	600	600	600	600	600	600
	φ_o	40	40	40	40	40	40	40
Cát nhẹ không có bụi	CBR	10 - 15	9 - 14	8 - 13	7 - 12	7 - 12		
	E_o biến dạng	150	140	130	120	120		
	E_o đàn hồi	450	420	390	370	350		
	φ_o	35	35	34	34	33		
	C	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08		
Á cát bụi, á sét, sét	CBR	15 - 20	10 - 15	8 - 11	5 - 9	4 - 6	3 - 5	2 - 4
	E_o biến dạng	200	140	110	90	80	70	70
	E_o đàn hồi	600	420	340	280	240	210	200
	φ_o	24	21	18	15	13	11	10
	C	0,32	0,26	0,29	0,25	0,10	0,07	0,05

Kết cấu mẫu mặt đường mềm khu nhà ở TKM.01.77 (Bộ Xây dựng)

Loại kết cấu	Chiều dày các lớp (cm) / Vật liệu	Đất á cát nhẹ				Sét, á sét, á cát bụi			
		Mô đun đàn hồi E_o kG/cm²							
		350	370	390	420	240	280	340	420
E_{yc} = 900 kG/cm²	Tráng nhựa 3,7 kg/m²								
	Đá dăm	15	15	15	15	15	15	15	15
	Cát	18	15	15	15	30	26	19	15
E_{yc} = 900 kG/cm²	Tráng nhựa 3,7 kg/m²								
	Đá dăm	9	9	8	8	12	10	10	8
	Đá ba (đá hộc)	16	16	16	16	20	20	16	16
E_{yc} = 1000 – 1200 kG/cm²	Đá dăm TN 6,9 kg/m²	5	5	5	5	(8)	5	5	5
	Đá dăm	24	24	24	24	25	24	24	24
	Cát	20	20	20	20	25	20	20	20
E_{yc} = 1000 – 1200 kG/cm²	Đá dăm đen 10,8 kg/m²	(9)	(8)	(8)	(8)	–	(9)	(8)	5
	Đá dăm	30	29	27	25		30	27	24
E_{yc} = 1300 kG/cm²	Đá dăm TN 6,9 kg/m²	5	5	5	5	(8)	5	5	5
	Đá dăm	24	24	24	24	26	24	24	24
	Cát	20	20	20	20	20	20	20	20

Số hiệu	Loại kết cấu	Chiều dày các lớp (cm) / Vật liệu	Đất á cát nhẹ				Sét, Á s	
			Mô đun đàn hồi E_o kG					
			350	370	390	420	240	28
KCIII 1a-4	E_{yc} = 1300 kG/cm²	Đá dăm đen 10,8 kg/m²	(9)	(8)	(8)	(8)	–	(9
		Đá dăm	30	29	27	25		30
KCIII 2a-1	E_{yc} = 1400 kG/cm²	Đá dăm đen 10,8 kg/m²	6	6	6	6	(9)	6
		Đá dăm	24	24	24	24	30	2
		Cát	20	20	20	20	30	2
KCIII 2a-4	E_{yc} = 1400 kG/cm²	Đá dăm đen 13,9 kg/m²	(12)	(10)	(9)	(8)	–	(1
		Đá dăm	30	30	30	29		3
XD3-2	E_{yc} = 1500 kG/cm²	Đá dăm TN 6,9kg/m²	5	5	5	5	(13)	(8
		Đá dăm	22	20	18	17	30	2
		Đá hộc	20	20	20	20	20	2
XD3-4	E_{yc} = 1500 kG/cm²	Đá dăm đen 13,9 kg/m²	(13)	(11)	(10)	(8)	–	(1
		Đá dăm	30	30	30	30		3

hi chú :

i trọng tính toán xe H10, trục 9,5T. Lưu lượng xe = 10 xe/làn/ngày đêm cho KCIII–1a ; 120 xe cho KC–2a, 200 xe cho XD3.

Kết cấu mặt đường mềm phố chính TKM 02-80 (Bộ Xây dựng)

Loại kết cấu	Vật liệu \ Chiều dày các lớp (cm)	Đất á cát nhẹ					Sét, á sét, á cát bụi		
		Mô đun dàn hồi E_o, kG/cm²							
		350	390	450	240	280	340	420	600
= 1400 kG/cm²	Đá dăm đen 7,9 kg/m²	6	6	-	7	6	6	6	-
	Đá dăm	21	20	-	30	24	19	18	-
	Đất cấp phối	20	20	-	30	20	20	20	-
= 1400 kG/cm²	Đá dăm đen 11 kg/m²	13	9	6	-	-	9	6	6
	Đá dăm	30	30	30			30	28	25
= 1600 kG/cm²	Đá dăm đen 10 kg/m²	8	8	-	11	8	8	8	-
	Đá dăm	21	20		30	26	21	19	
	Đất cấp phối	20	20		30	20	20	20	
= 1600 kG/cm²	Đá dăm đen 10 kg/m²	15	11	9	-	-	12	9	8
	Đá dăm	30	30	30			30	30	26
= 1600 kG/cm²	Bêtông AP 42 kg/m²	5	5	5	5	5	5	5	-
	Đá dăm đen	5	6	5	5	5	5	5	
	Đá dăm	19	15	14	29	22	19	15	
	Đất cấp phối	20	20	20	30	20	20	20	

Số hiệu	Loại kết cấu	Vật liệu \ Chiều dày các lớp (cm)	Đất á cát nhẹ			Sét, á sét,		
			Mô đun dàn hồi E_o, kG/cm²					
			350	390	450	240	280	340
A5-4	E_{yc} = 1600 kG/cm²	Bêtông AP 12 kg/m²	5	5	5	5	5	5
		Đá dăm đen	5	5	5	5	5	5
		Đá dăm	15	15	10	30	18	14
		Đá ba	20	20	20	20	20	20
A3-1	E_{yc} = 1800 kG/cm²	Bêtông AP 14kg/m²	5	5	5	5	5	5
		Đá dăm đen	7	7	7	15	7	7
		Đá dăm	26	24	21	30	30	26
		Cát gia cố XM	15	15	15	15	15	15
A3-4	E_{yc} = 1800 kG/cm²	Bêtông AP 14 kg/m²	5	5	5	5	5	5
		Đá dăm đen	7	7	7	14	7	7
		Đá dăm	23	21	18	30	28	24
		Đá ba	20	20	20	20	20	20
A1-1	E_{yc} = 2000 kG/cm²	Bêtông AP 16 kg/m²	5	5	5	-	5	5
		Đá dăm đen	9	8	8		11	9
		Đá dăm	29	30	27		30	29
		Cát gia cố XM	15	15	15		15	15
A1-2	E_{yc} = 2000 kG/cm²	Bêtông AP 16 kg/m²	5	5	5	-	5	5
		Đá dăm đen	9	8	8		11	9
		Đá dăm	29	30	27		30	30
		Đất cấp phối	20	20	20		20	20

chú:

ải trọng tính toán xe H10, trục 9,5 tấn. Riêng KCA1 tính cả với xe H30, trục 12 tấn.
CA1 dùng cho đường phố chính toàn thành, lưu lượng 1100 xe H10/ngày đêm.
CA3 dùng cho đường phố chính toàn thành và đường vận tải, lưu lượng 70 xe H10/ngày đêm.
CA5 dùng cho đường khu vực, thị xã, chỗ đỗ xe tải, lưu lượng 80 xe H10/ngày đêm.
CB1 tương tự A5, lưu lượng 280 xe/ngày đêm - B3, tương tự B1, lưu lượng 120 xe/ngày đêm.

Kết cấu mẫu mặt đường bê tông xi măng đổ tại chỗ, đường thành phố TKM-03-80 (Bộ Xây dự

Loại kết cấu	Vật liệu \ Chiều dày các lớp (cm)	Đất á cát nhẹ			Sét, á sét, á cát bụi			
		Mô đun đàn hồi Eo kG/cm²						
		370	390	450	280	340	420	600
H30 tấm lớn	Bêtông XM mác 300 Cát gia cố XM 10%	– –	25 15	25 15	– –	26 15	25 15	24 15
H30 tấm lớn	Bêtông XM mác 300 Cát gia cố XM 10%	– –	28 15	28 15	– –	28 15	28 15	26 15
H8 tấm lớn	Bêtông XM mác 300 Cát gia cố XM 10%	23 15	22 15	22 10	23 15	22 15	22 10	21 10
H8 tấm lớn	Bêtông XM mác 300 Đá dăm cấp 1 – 2	23 15	22 15	22 10	24 15	23 15	22 10	21 10
H8 tấm lớn	Bêtông XM mác 300 Cát gia cố XM 10%	16 15	16 15	16 15	17 15	16 10	16 10	15 10

Số hiệu	Loại kết cấu	Vật liệu \ Chiều dày các lớp (cm)	Đất á cát nhẹ			Sét, á sét,	
			Mô đun đàn hồi Eo kG				
			370	390	450	280	340
KC3 1a-4	H8 tấm lớn	Bêtông XM mác 300 Gạch vỡ + vữa XM50	16 15	16 15	16 15	17 20	16 15
KC3 1b-1	H8. tấm lớn	Bêtông XM mác 250 Cát gia cố XM 10%	18 15	18 10	17 10	18 20	18 10
KC3 1b-3	H8. tấm lớn	Bêtông XM mác 250 Cát hạt trung	18 15	18 10	18 10	19 20	18 10
KC3 2b-1	H8. tấm nhỏ	Bêtông XM mác 300 Cát gia cố XM 10%	15 20	15 20	15 15	16 20	15 20
KC3 2b-2	H8. tấm nhỏ	Bêtông XM mác 300 Đá dăm cấp 1 – 2	15 20	15 20	15 15	16 20	15 20

Ghi chú :

– Tấm lớn là 3,50 (3,75) × 6m. Tấm nhỏ là 1,75 × 1,75m

– Loại KC1, KC2 dùng cho đường phố chính, đường vận tải, khu công nghiệp.

– Loại KCS dùng cho khu nhà ở trong giai đoạn khai thác (không phục vụ thi công)

– Lớp bằng phẳng giữa móng và tấm bê tông dùng giấy dầu tẩm nhựa đường.

Chương V

THIẾT KẾ ĐƯỜNG TRONG KHU CÔNG TRÌNH

V.1. KHÁI QUÁT CHUNG

Nói chung, khi thiết kế đường ô tô gồm các yếu tố hình học, mặt đường, cầu, cống kè... đều theo tiêu chuẩn chung như đường ngoài đô thị hoặc đường đô thị. Tuy nhiên, có một số loại đường có những nét đặc thù riêng nên khi thiết kế, vận dụng tiêu chuẩn phải mềm dẻo linh hoạt. Đó là đường chuyên dụng.

Thuật ngữ về phân loại đường ở Việt Nam hiện nay còn chưa được thống nhất, rõ ràng, cho nên ở đây gọi đường chuyên dụng là các loại đường sau :

- Đường trong khu giải trí, công viên như đã nêu ở mục III-4.

- Đường trong khu công trình : là mạng lưới đường nội bộ cơ quan, khách sạn, bệnh viện, trường học...

- Đường chuyên dụng có thể là đường nội bộ trong một khu công nghiệp như nhà máy, bến cảng, có đặc điểm xe chạy ít, tốc độ chậm như các loại đường trên, nhưng tải trọng xe nặng hơn.

- Đường chuyên dụng cũng có thể là đường chuyên ngành như đường lâm nghiệp, đường vận chuyển trong mỏ. Trong loại "đường khu vực" AASHTO có xếp loại đường "vận chuyển tài nguyên" với ý nghĩa là loại đường này.

Chương V sẽ giới thiệu một ví dụ cụ thể về thiết kế đường trong khu công trình. Đó là một mạng lưới đường nhỏ, nhưng trình tự thiết kế, cách lập hồ sơ rất gần gũi với thiết kế đường trong một khu đô thị, nhất là các giải pháp về san nền, mạng lưới thoát nước, mạng lưới công trình ngầm, mối liên quan với các công trình xung quanh và cả đường phố chính của thành phố.

Nội dung hồ sơ thiết kế nêu ở đây cũng không đi chi tiết theo các bước thiết kế, mà coi như ở bước thiết kế kĩ thuật, dự toán chi tiết để đưa vào thi công.

V.2. KHẢO SÁT, ĐIỀU TRA HIỆN TRẠNG

1. Điều kiện ban đầu

Một khu công trình được cấp đất xây dựng trong thành phố có thể rộng 1 – 2 hoặc hàng chục hecta. Khu đất ấy sẽ được thành phố định vị cọc mốc tường rào bao quanh theo tọa độ và cao độ thống nhất. Đồng thời quy định :

- Cao độ tầng nhà được xây dựng hoặc phải xây dựng. Chỉ giới xây dựng.

- Cao độ san nền tối thiểu. Từ trị số này tùy theo cấp hạng công trình, tần suất mức nước ngập lụt, yêu cầu mĩ quan... mà kĩ sư thiết kế bản vẽ san nền cho thích hợp.

– Hướng thoát nước từ công trình đổ ra ngoài. Như vậy để tránh thiết kế thoát nước đổ sang phạm vi một công trình khác sẽ được xây dựng sau này.

– Nguồn và hướng cấp điện, nước cho công trình.

Hình V-1 là sơ đồ vị trí Viện BH, có diện tích đất được cấp rộng 16.100m^2 với giấy phép xây dựng của thành phố như sau :

– Cao độ tầng nhà : 1 – 6 tầng.

– Chỉ giới xây dựng cách 6m nằm trong tường rào (ý nghĩa quy định này là để bảo đảm tương quan nhà cao tầng giữa các khu công trình, bảo đảm thông gió, phòng cháy...).

– Cao độ san nền tối thiểu : 6,60m

– Hướng thoát nước : ra phía nam (đường quốc lộ), tương lai nối với cống dọc là bê tông cốt thép ϕ1000mm sẽ làm. Không được đổ ra 3 phía còn lại.

– Trước cửa Viện, có một mương nước thủy nông thoát ra sông N. Phải bảo đảm hoạt động của mương này. Trước mắt thoát nước của Viện BH đổ ra mương này.

– Nguồn cấp điện : từ trạm biến thế X.

– Nguồn cấp nước : lấy từ ống ϕ200mm có sẵn ở hè đường quốc lộ qua cổng chính của Viện.

2. Khảo sát, điều tra hiện trạng

Trước hết phải lập một đường sườn khép kín có liên hệ tọa độ, cao độ thống nhất với hệ tọa độ, cao độ đã được thành phố giao ở 4 góc khu đất. Cọc đỉnh đường sườn này phải là cọc bê tông, có định vị đầu cọc. Từ các đỉnh đường sườn này, đặt máy đo đạc địa hình và lên bản vẽ bình đồ hiện trạng khu đất như hình V-2.

Tổ chức khoan đào khảo sát địa chất, thủy văn, mức nước ngập lụt... như quy định hiện hành.

Điều tra công trình ngầm trong khu đất (nếu có)

Xác định nhà cửa cần di chuyển, đền bù...

Khi khảo sát hiện trạng, nên đo đạc rộng ra ngoài khu đất và tìm hiểu đặc tính các khu đất tiếp giáp : là ruộng lúa, hay dự kiến sẽ xây dựng công trình. Khi thi công đắp nền, có thể ta luy đắp sẽ soải ra ngoài có được phép không. Hay phải xây tường chắn bao quanh.

Do đặc điểm công trình xây dựng trong khu đất, có thể còn một số vấn đề khác như :

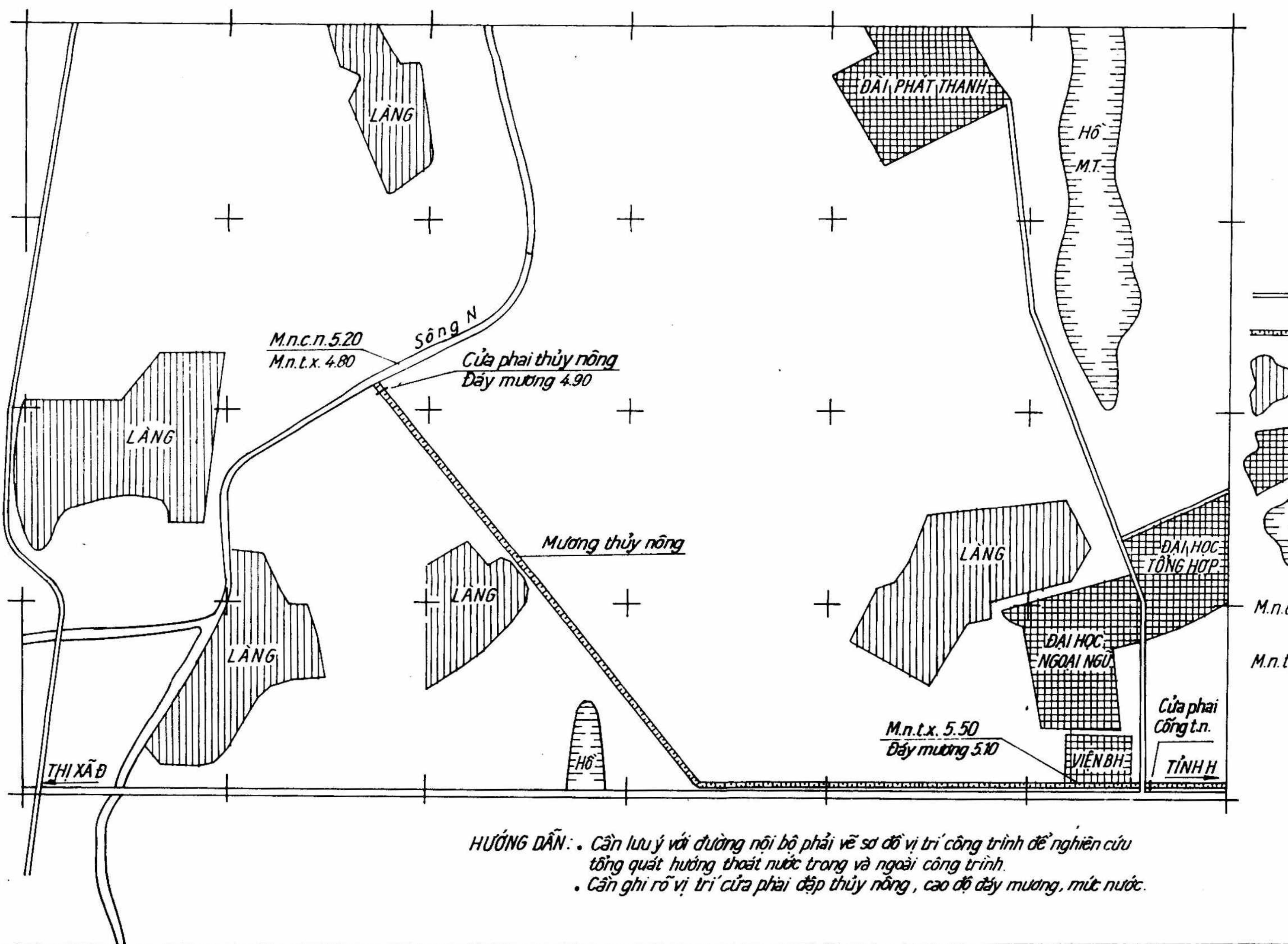
– Xử lí cống thoát nước bẩn đổ ra như thế nào. Xử lí rác.... Thí dụ khi xây dựng bệnh viện.

– Nếu nguồn nước sinh hoạt lấy từ giếng khoan, tính chất hóa lí, vệ sinh của nước ngầm như thế nào.

– Với một Viện nghiên cứu có dùng chất phóng xạ, bảo đảm an toàn phóng xạ như thế nào.

– Vấn đề an toàn phòng cháy.

Tất cả vấn đề trên sẽ đề cập trong dự án khả thi, trong nhiệm vụ thiết kế, nhưng đều liên quan đến việc đo đạc, điều tra hiện trạng để phục vụ cho thiết kế và thi công sau này.



***Hình V–1** : Sơ đồ vị trí Viện BH*

V.3. TỔ CHỨC THIẾT KẾ

Để thiết kế một công trình như Viện BH, thường tổ chức một nhóm thiết kế với các bộ môn như sau :

– *Thiết kế kiến trúc* : trước hết quy hoạch mặt bằng các ngôi nhà trong khu đất và hệ thống sân, đường, cây xanh để đưa ra mặt bằng kiến trúc tổng thể. Nội dung này còn gọi là "thiết kế công nghệ" khu nhà, vì phải dựa trên quan hệ chức năng giữa các ngôi nhà (như các phòng, ban, nhà kho, ga ra...). Sau đó đi vào thiết kế kiến trúc từng ngôi nhà.

– *Thiết kế kết cấu* : tính toán và lập bản vẽ kết cấu cho từng ngôi nhà như hệ thống móng, cột, dầm, sàn nhà... Với nhà cao tầng, thiết kế khá phức tạp và do kĩ sư xây dựng chuyên về thiết kế kết cấu nhà đảm nhiệm.

– *Thiết kế sân, đường nội bộ* : theo mặt bằng kiến trúc tổng thể, xác định rõ kích thước mặt đường, hè, bán kính đường cong, tính toán kết cấu mặt. Có công trình có cả cầu, tường chắn... Việc này do kĩ sư cầu, đường đảm nhiệm.

– *Thiết kế cấp, thoát nước* : lập bản vẽ hệ thống cấp thoát nước ngoài nhà. thiết kế hệ thống thoát nước trong nhà, hệ thống cấp nước trong nhà. Thiết kế bể nước (như bể nước trên tầng thượng, bể ngầm, bể bơi, bể phốt...). Việc này do kĩ sư chuyên ngành cấp, thoát nước đảm nhiệm. Riêng hệ thống thoát nước ngoài nhà, liên quan nhiều đến thiết kế đường, có thể do kĩ sư cầu, đường đảm nhiệm.

– *Thiết kế san nền* : theo mặt bằng kiến trúc tổng thể, cao độ, độ dốc mặt đường, hè đường, hệ thống giếng thu, giếng thăm để thiết kế san nền toàn khu đất. Bản vẽ thiết kế san nền này có đặc tính chung như bản vẽ san nền mặt chiếu đứng khi thiết kế đường đô thị (xem hình II–3, IV–4). Do kĩ sư đường đảm nhiệm.

Trên cơ sở bản vẽ san nền, lập lưới ô vuông tính khối lượng đào – đắp như hình V–4.

– *Thiết kế điện* : lập bản vẽ hệ thống cấp điện ngoài nhà (như cột điện chiếu sáng) và trong nhà (đèn, quạt, cầu dao, công tắc...), chống sét. Việc này do kĩ sư điện đảm nhiệm.

Với công trình có cột ăng ten viễn thông, hoặc có hệ thống mạng máy tính nội bộ..., việc lắp đặt hệ thống điện lại liên quan đến thiết kế chuyên ngành của kĩ sư vô tuyến, máy tính.

– *Các thiết kế khác* : tùy theo quy mô, đặc điểm công trình, còn có một số nội dung thiết kế khác như thiết kế cây xanh, phòng cháy, xử lí chất thải Thiết kế thông gió, chống bụi (như công trình trong khu mỏ). Thiết kế an toàn phóng xạ.

Về nhân sự, theo từng chuyên ngành thiết kế có một kĩ sư chủ trì (còn gọi là kĩ sư chính). Toàn nhóm thiết kế do một kĩ sư làm chủ nhiệm đồ án (còn gọi là kĩ sư trưởng đồ án). Kĩ sư trưởng đồ án có thể là một kiến trúc sư, kĩ sư kết cấu, kĩ sư cầu đường giàu kinh nghiệm. Trách nhiệm lớn nhất của kĩ sư trưởng đồ án là tổng hợp, khớp nối các bộ môn lại để phát hiện giải quyết kịp thời những sai lệch, những mâu thuẫn, để đưa ra một đồ án thống nhất, không có tình trạng số liệu bản vẽ này không khớp với bản vẽ khác, giải quyết thiết kế của bộ môn này lại cản trở bộ môn khác...

Thí dụ : cơ bản nhất là bản vẽ kiến trúc nhà (của kiến trúc sư) phải phù hợp với bản vẽ kết cấu nhà (của kĩ sư kết cấu) về vị trí cột, kích thước dầm... Có không ít trường hợp, kĩ sư kết cấu tính kết cấu theo thiết kế kiến trúc thấy không thể đáp ứng nổi, đã phải thảo luận với kiến trúc sư để điều chỉnh kiến trúc cho phù hợp hơn.

Ngay khi lập bản vẽ san nền và hệ thống đường nội bộ, hệ thống thoát nước mưa, để từ cao độ san nền xác định cốt 0.00 của từng ngôi nhà, cũng xuất hiện những mâu thuẫn như : đường cong dẫn ô tô đến tiền sảnh một tòa nhà phải kết hợp với vị trí tòa nhà, cao độ nền sao cho có cấu tạo hình học đẹp, độ dốc phù hợp với tiêu chuẩn thiết kế đường. Có khi vì lí do đó mà phải điều chỉnh lại vị trí, cao độ nền nhà.

Đơn giản nhất như các ống máng thoát nước mưa, cống thoát nước bẩn từ từng ngôi nhà xả ra, ống dẫn phân, vị trí bể phốt, bể chứa nước... luôn luôn liên hệ với hệ thống thoát nước ngoài nhà, cao độ san nền, độ dốc đường, vị trí giếng thu, giếng thăm.

Hệ thống công trình ngầm với cáp điện, cáp thông tin, ống cấp nước... sẽ đặt ở vị trí nào trên mặt cắt ngang đường ? Sẽ sắp xếp như thế nào khi chéo qua nhau ở đường giao nhau. Ngay với một khu công trình nhỏ, vấn đề này không phải là dễ giải quyết.

Thông qua ví dụ thiết kế đường trong khu công trình Viện BH, các vấn đề trên sẽ được minh họa cụ thể hơn.

V.4. THIẾT KẾ MẶT BẰNG KIẾN TRÚC TỔNG THỂ

Mặt bằng kiến trúc tổng thể chính là quy hoạch chi tiết cho một khu công trình. Nội dung gồm 2 phần chính là :

- Định vị các công trình kiến trúc theo công năng và ý tưởng kiến trúc cho từng ngôi nhà.
- Định vị hệ thống sân, vườn, đường nội bộ.

Hai nội dung trên được ổn định sẽ là cơ sở cho các bước tiếp theo :

- Thiết kế kiến trúc từng ngôi nhà, từng tầng nhà.
- Từ bản vẽ thiết kế kiến trúc, các bộ môn triển khai thiết kế như : kết cấu nhà, đường, cấp, thoát nước, điện trong nhà và ngoài nhà v.v...

Mặt bằng kiến trúc tổng thể cùng với thiết kế kiến trúc từng ngôi nhà là yếu tố quyết định vẻ đẹp, thuận lợi khi sử dụng của một công trình. Nội dung này được nghiên cứu xem xét cẩn thận qua nhiều giai đoạn như lập dự án khả thi, thiết kế sơ bộ so sánh các phương án, dựng mô hình. Công trình quan trọng có thể tổ chức thi các phương án.

Mặt bằng kiến trúc tổng thể là nhiệm vụ của kiến trúc sư. Ở đây không đi vào chi tiết nội dung này.

Bản vẽ mặt bằng kiến trúc tổng thể như Viện BH, sẽ được thể hiện rõ kích thước từng ngôi nhà, khoảng cách các ngôi nhà, bề rộng sân, vườn, đường nội bộ... Xem hình V-2.

Dựa vào bản vẽ mặt bằng kiến trúc tổng thể, kỉ sư đường sẽ chịu trách nhiệm thiết kế các bản vẽ sau :

- Bình đồ đường nội bộ
- Mặt bằng san nền
- Khối lượng san nền
- Mặt bằng định vị đường, cống thoát nước mưa
- Mặt bằng mạng lưới cống thoát nước mưa
- Thiết kế giếng thu - giếng thăm
- Mặt cắt dọc cống dọc thoát nước mưa

- Mặt bằng tổng hợp công trình kĩ thuật
- Bảng cao độ thiết kế công trình kĩ thuật ngầm ở nút giao nhau
- Mặt cắt dọc tổng hợp công trình kĩ thuật
- Mặt cắt ngang toàn thể
- Kết cấu mặt đường
- Các thiết kế khác nếu có : cầu, tường chắn, nút giao nhau, chỗ đỗ xe... Với ví dụ thiết kế Viện BH sẽ lần lượt giới thiệu các bản vẽ đặc trưng cho thiết kế đường trong khu công trình. Không đề cập đến phương pháp thiết kế quen thuộc đã giới thiệu ở các chương trước.

V.5. BÌNH ĐỒ ĐƯỜNG NỘI BỘ

Khi kiến trúc sư đưa ra mặt bằng kiến trúc tổng thể, mạng lưới đường đã được đề ra trên cơ sở có sự tham gia của kĩ sư đường. Tuy nhiên mới ở mức độ : vị trí tuyến, bề rộng mặt đường, hè. Các chi tiết về bán kính đường cong nằm, bán kính bó vỉa chỗ giao nhau, độ dốc dọc, đường cong đứng, kết cấu mặt đường... chưa đề cập đến. Đó là nhiệm vụ của kĩ sư thiết kế đường. Trên cơ sở quy phạm thiết kế đường, kết quả thiết kế mặt đường, bản vẽ bình đồ đường của Viện BH (một công trình nhỏ) được thể hiện như hình V-2.

Hình V-2 thể hiện đầy đủ các yếu tố hình học của bình đồ đường, đồng thời thể hiện loại mặt đường dùng cho từng đoạn đường như đường bê tông cho xe H10, H8, đường đi bộ lát gạch bê tông.

Về định vị, do khu đất Viện BH có góc A và F vuông (90^o) nên có thể xây dựng một hệ tọa độ giả định với trục Y là FA, trục X là FD. Các vị trí nhà, đường, giếng thu, giếng thăm có thể kết hợp định vị bằng đường dóng kích thước và toạ độ.

Thí dụ $Đ_1$ có Y = 55,50, X = 177,50

Qua bản vẽ V-2, ta cũng hình dung ra bản vẽ bình đồ hiện trạng, là kết quả của bước khảo sát địa hình (mục V-2), hình dung ra mặt bằng kiến trúc tổng thể (mục V-4).

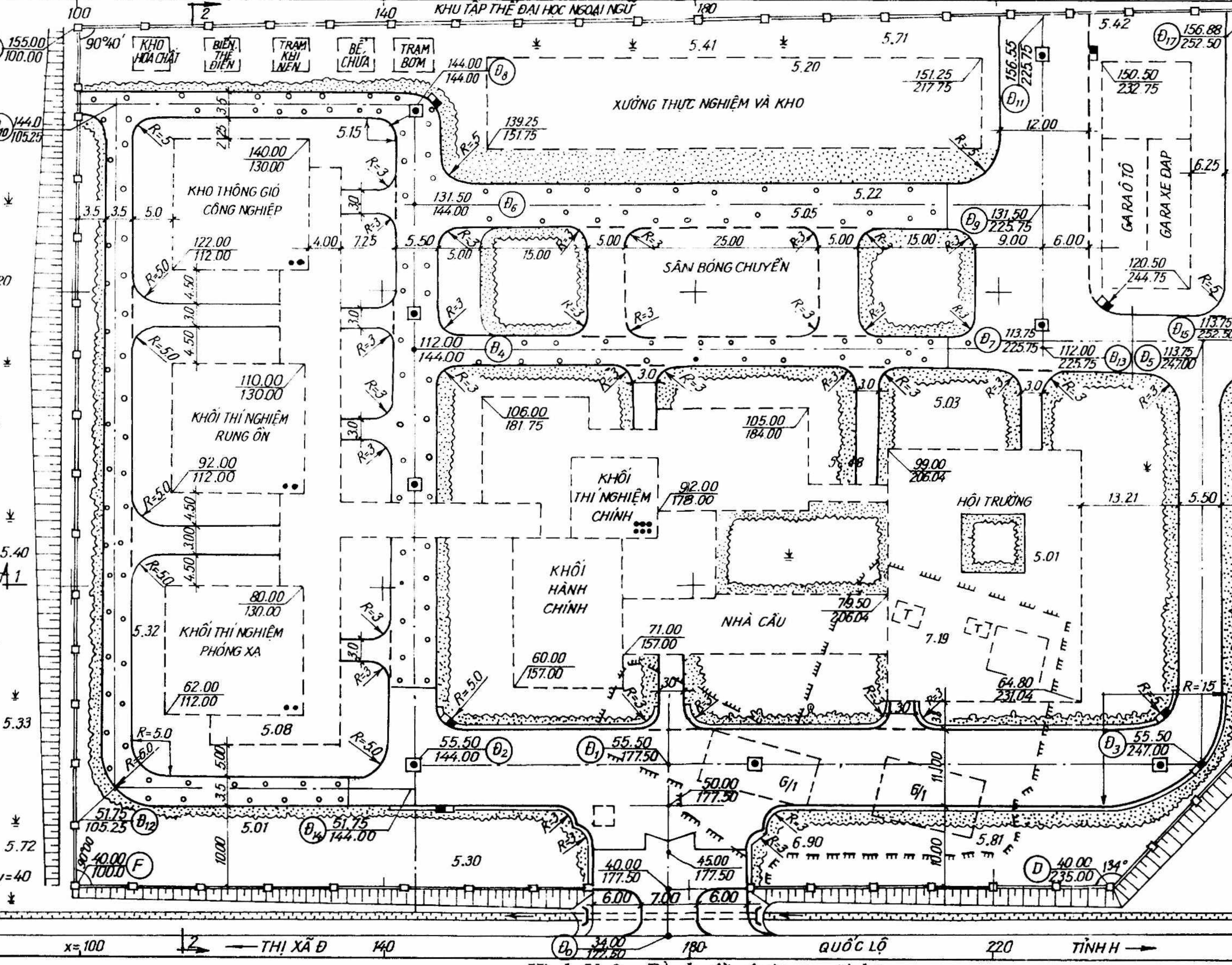
V-6. MẶT BẰNG SAN NỀN

Mặt bằng san nền được thiết kế trên cơ sở của mặt bằng hiện trạng, bình đồ đường nội bộ (bao gồm cả vị trí các ngôi nhà). Số liệu sẽ dày đặc, chồng chéo nên thường quy định : nét mảnh thể hiện hiện trạng, nét đậm thể hiện thiết kế.

Cần ghi phân biệt cao độ hiện trạng (như 5.01, dấu chấm nhỏ), cao độ thiết kế ở điểm khống chế (như 7.01, dấu chấm to).

Vị trí, giới hạn từng ngôi nhà và cốt 0.00 của từng ngôi nhà. Việc quyết định cốt 0,00 này theo thiết kế kiến trúc, yêu cầu cao hơn nền đất ngoài nhà bao nhiêu cm tương ứng với số bậc, đồng thời cũng không được thay đổi tùy tiện nhiều. Ở Viện BH, hầu hết cốt 0.00 nền nhà là 7,50m, ga ra 7,10m, xưởng thực nghiệm và kho 7,40m.

Hè đường, nền đất trồng cây quanh nhà được thiết kế san nền dốc ra đường. Việc quyết định cao độ khống chế và dốc dọc đường luôn gắn liền với dự kiến thoát nước, cống dọc, giếng thu, giếng thăm, sao cho toàn bộ mặt bằng thoát nước được và đổ về mương phía đường quốc lộ. Cao độ, độ dốc hệ thống thoát nước phải sao cho cao hơn cao độ cửa xả C_9 (là cao độ khống chế). Xem thêm bản vẽ V-6. Chính sự ràng buộc giữa cao độ đường, cống thoát nước và yêu cầu tiết kiệm đất đắp nền đã đòi hỏi kĩ sư thiết kế luôn phải biết "tính nhẩm" để khớp nối được các yêu cầu trên với nhau.



Hình V–2 : Bình đồ đường nội bộ

Có thể nói : thiết kế san nền đường trong khu công trình là vừa thiết kế mặt cắt dọc, cắt ngang đường, đồng thời thiết kế cống dọc, cống ngang phía dưới đường.

Kết quả thiết kế san nền trên bản vẽ V-3 cho thấy : cao độ san nền thấp nhất 6,60m ở cửa giếng thu hàm ếch E_8, đạt yêu cầu quy định. Độ dốc dọc đường đều dùng trị số tối thiểu 4‰ nên cao độ cao nhất là 7,15m ở góc xưởng thực nghiệm và kho.

Do bó vỉa dùng loại cao hơn 10cm mép đường nên đường đồng mức ở mép hè cũng chênh nhau 10cm. Riêng bó vỉa 2 bên cổng cao 15cm (bản vẽ dùng kí hiệu 2 nét).

Do độ dốc nhỏ nên khoảng chênh cao độ đường san nền là 5cm. Chú ý dấu chấm chỉ cao độ san nền luôn đặt theo chiều nước chảy.

Trong bản vẽ san nền, cao độ góc nhà quy định 2 trị số : tử số là cao độ thiết kế san nền, mẫu số là cao độ tự nhiên. Đây là cao độ phía ngoài, còn phía trong chính là cốt 0.00 nền nhà (kí hiệu ∇ 7.50).

V-7. KHỐI LƯỢNG SAN NỀN

Khối lượng san nền được tính theo lưới ô vuông mặt bằng khu công trình. Bản vẽ để tính khối lượng san nền được thiết lập trên nền bản vẽ bình đồ hiện trạng và san nền (Hình V-3).

- Việc chia lưới ô vuông nên chọn số chẵn hàng 10m theo hệ tọa độ giả định để kết hợp kiểm tra cao độ thi công cùng với toạ độ các điểm được thuận lợi. Trên bản vẽ V-4, lưới ô vuông mỗi chiều 20m, trục X ứng với các tọa độ 140, 160, 180, 200, 220, 240, 260, trục Y ứng với tọa độ 60, 80, 100, 120, khi thi công, các lưới này sẽ được cắm trên thực địa nên dễ dựa vào đó kiểm tra cả vị trí đường, nhà, cống...

Khối lượng từng ô được tính theo nguyên tắc nhân trị số cao độ thi công trung bình ở 4 góc với diện tích ô (= 400m^2), dấu "+" là đắp, "-" là đào.

Dựa vào cao độ thi công ở các góc lưới, xác định đường giới hạn đào - đắp, tức là đường nối các điểm không đào, không đắp. Đường giới hạn đào đắp này giúp ta định ra hướng thi công (như dùng máy ủi đất đào sang vùng đắp). Khi thiết kế san nền ở vùng đồi núi, thường thiết kế sao cho cân bằng khối lượng đào đắp như thiết kế mặt cắt dọc đường.

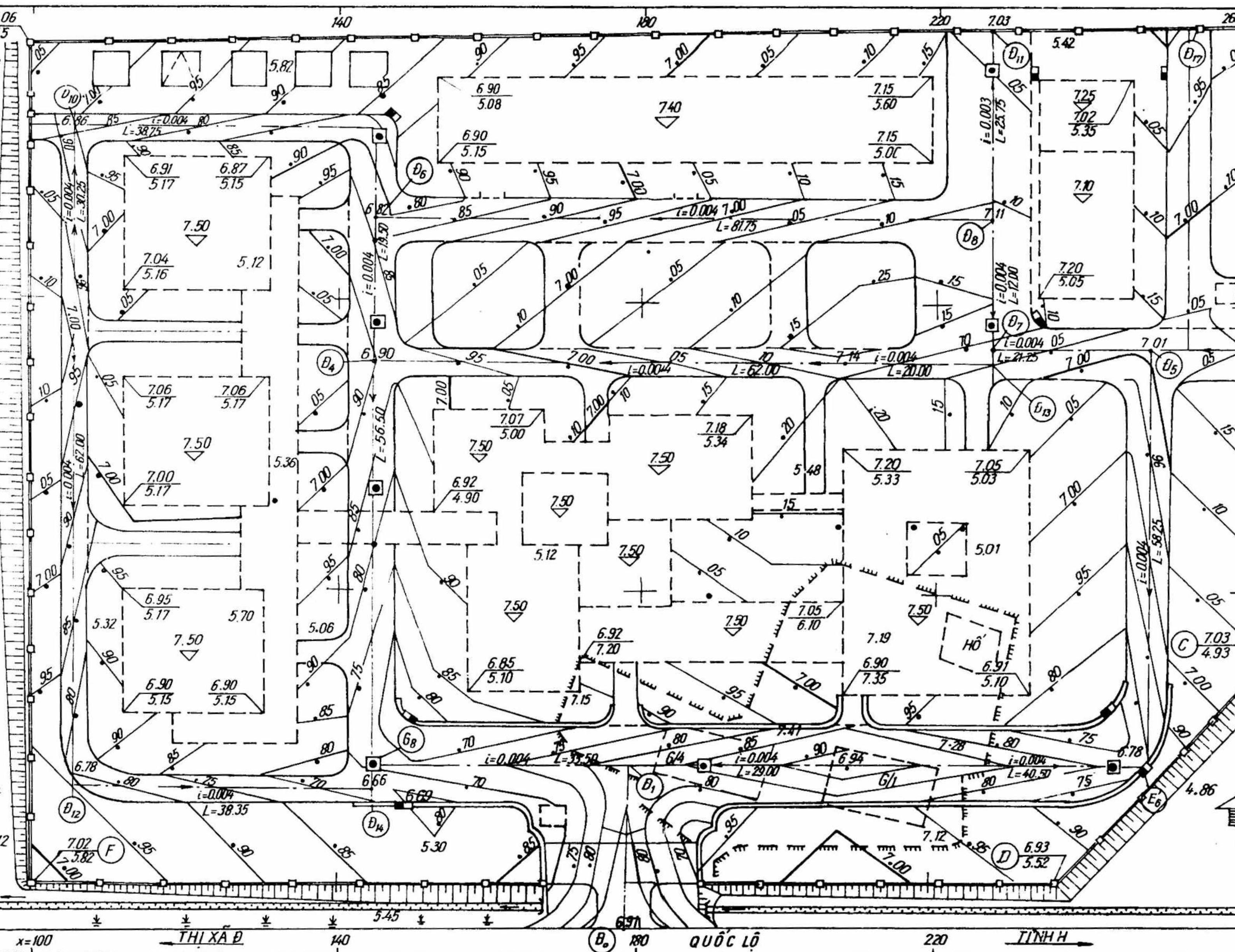
Các ô cần đặt số hiệu (như hình V-4) để dễ xác định khi chỉ đạo thi công, ước tính khối lượng hoàn thành từng thời điểm.

Khối lượng san nền tổng cộng tính theo tổng từng cột, từng hàng. Cần chú ý như hình V-4 là khối lượng san nền tính theo cao độ chu vi quanh các ngôi nhà. Cao độ đắp nền thẳng đứng tới cốt 0.00 (như 7,50) sẽ tính riêng sau.

Trên cơ sở của khối lượng san nền tính theo cao độ thi công như hình V-4, còn phải xét thêm khối lượng đào bỏ đất hữu cơ, vét bùn khi cần thiết, vì khối lượng này nằm dưới cao độ tự nhiên ghi trên bình đồ hiện trạng. Cũng cần xét thêm khối lượng đào móng nhà. Tổng hợp lại chính là việc điều phối đào - đắp khi san nền để tính kinh phí hợp lí.

V.8. MẶT BẰNG ĐỊNH VỊ ĐƯỜNG VÀ CỐNG THOÁT NƯỚC MƯA

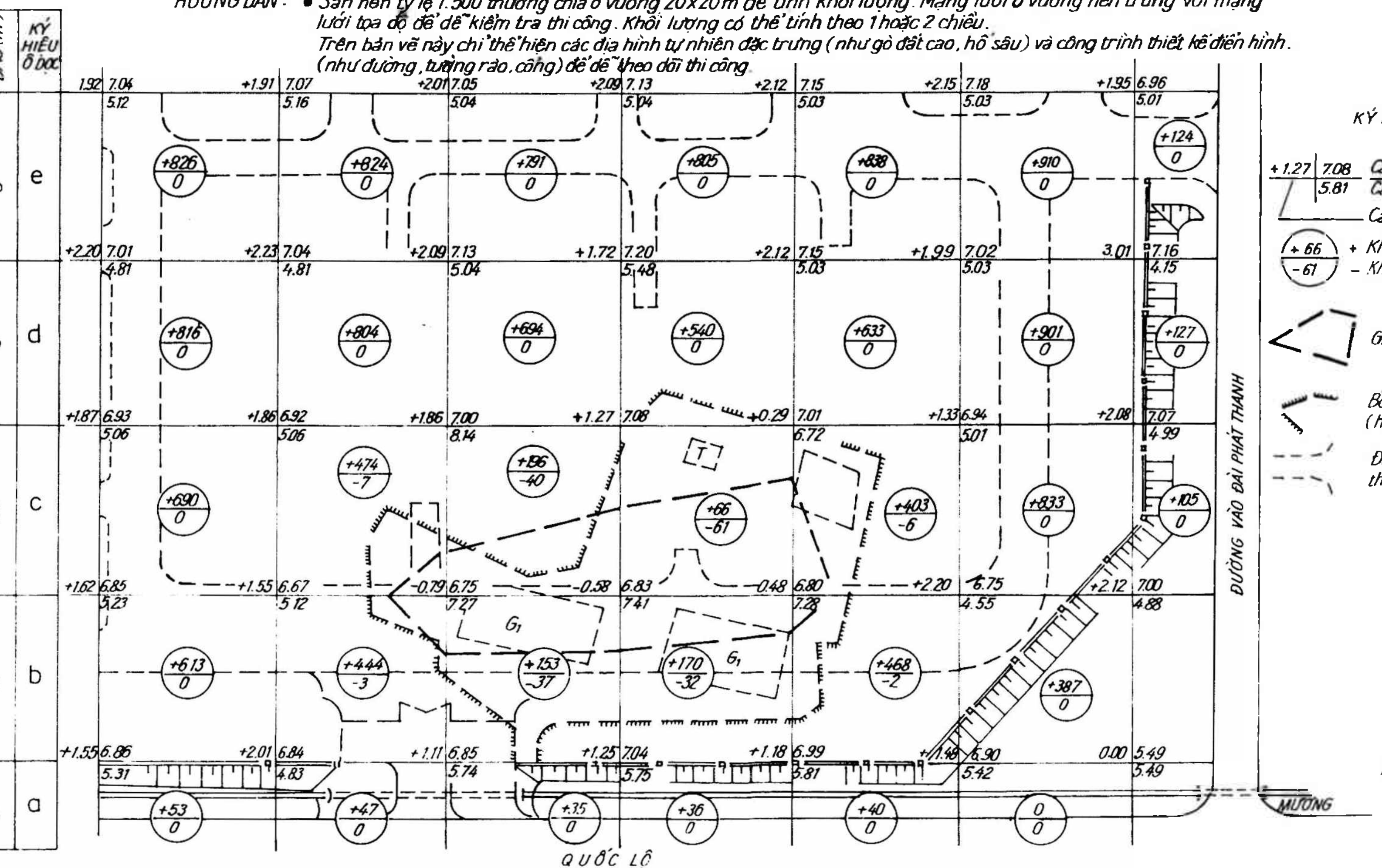
Vị trí đường và cống thoát nước luôn liên quan chặt chẽ với nhau khi thiết kế và thi công đường. Bản vẽ định vị đường và cống thoát nước mưa là cơ sở để khi thi công kiểm tra thường xuyên tương quan vị trí, cao độ của đường, nhà, cống thoát nước.



Hình V–3 : Mặt bằng san nền

V–4 : *Bản tính khối lượng san nền*

(…í dụ tính cho một phần Viện BH)



…NG CỘNG	4	5	6	7	8	9	10	KÝ HIỆU Ô NGANG
…4.906	3058	2513	1869	1617	2382	3031		+ĐẮP (m^3)
…188	0	10	77	93	8	0		−ĐÀO (m^3)

Yêu cầu chung là : dùng tọa độ định vị các vị trí sau :

- Các điểm khống chế dọc tim đường như : chỗ giao nhau, đỉnh đổi dốc. Riêng bề rộng đường, khoảng cách tới mép nhà, tường rào có thể dùng đường dóng kích thước. Không cần thể hiện bán kính cong ở bản vẽ này.

- Tọa độ các giếng thu, giếng thăm, cửa xả (như C_9). Dọc tim cống ghi mũi tên chiều nước chảy, đường kính cống, độ dốc cống, chiều dài từng đoạn cống.

- Tọa độ vị trí các góc nhà, tên từng ngôi nhà. Không cần ghi cao độ cốt 0.00.

Để làm rõ vị trí đường, cống, dùng nét vẽ liền. Nét vẽ nhà dùng nét đứt. Với đường phân biệt các loại bó vỉa như : 2 nét song song là bó vỉa cao 15cm, 1 nét là bó vỉa cao 10cm, nét đứt là bó vỉa chìm lối rẽ vào nhà.

Chi tiết cách thể hiện xem hình V-5.

V.9. MẶT BẰNG MẠNG LƯỚI CỐNG THOÁT NƯỚC MƯA

Yêu cầu của bản vẽ này là thể hiện hệ thống cao độ các giếng thu, giếng thăm, cửa xả, chủ yếu cao độ nắp N và cao độ đáy D. Cao độ đáy cống a, b, c_1, c_2, c_3, c_4... phải lập bảng riêng như đã nêu ở bảng IV-1, IV-2. Thể hiện đường kính ống, độ dốc, chiều dài từng đoạn cống.

Dùng nét đứt thể hiện vị trí các ngôi nhà và cao độ cốt 0.00.

Chú ý : dùng mũi tên thể hiện chi tiết chiều nước chảy quanh nhà cho phù hợp với san nền (hình V-3). Các vòng tròn nhỏ cạnh nhà chính là vị trí ống máng.

Chi tiết cách thể hiện xem hình V-6.

Qua bản vẽ V-6, ta thấy có các giếng thu nước từ ống máng, từ các sân bị khép kín giữa các tòa nhà như giếng thu M7", M7', M7 đổ ra giếng thăm G7. Cống ϕ300mm nối các giếng thu này có đoạn đi qua móng nhà cầu. Đó là "hạng mục nhỏ", "chi tiết nhỏ" nhưng tác hại không nhỏ nếu không được xem xét chu đáo về vị trí đặt cống, độ chịu lực. Ở ví dụ hình V-6, hướng thoát nước đi qua móng nhà cầu chính là vì nhà cầu 1 tầng, ảnh hưởng lún làm đứt gãy cống sẽ ít hơn.

Trong khu đô thị lớn, giải pháp thoát nước từ các "ô trong" bao quanh khối nhà, khối phố ta cũng thường gặp và cũng phải nghiên cứu thiết kế về vị trí, độ chịu lực cho thỏa đáng.

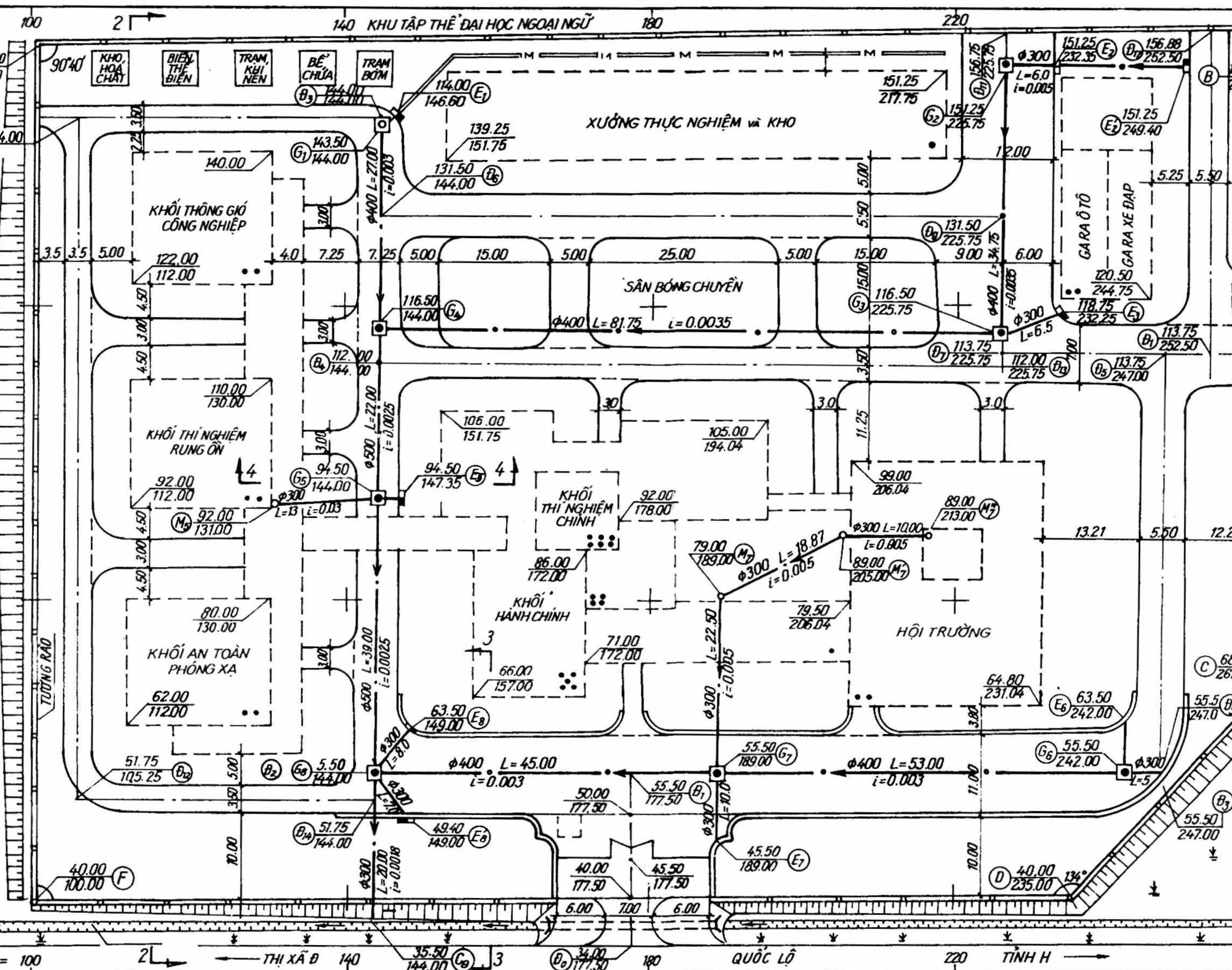
Mặt phía bắc xưởng thực nghiệm và kho có thiết kế mương nổi M để thoát nước về G_1 chính là theo yêu cầu thoát nước về cửa xả C_9 phía đường quốc lộ, không được thoát nước sang khu tập thể ngoại ngữ.

Việc tính toán thủy văn, thủy lực cống thoát nước dọc đường đô thị sẽ đề cập đến ở chương VI.

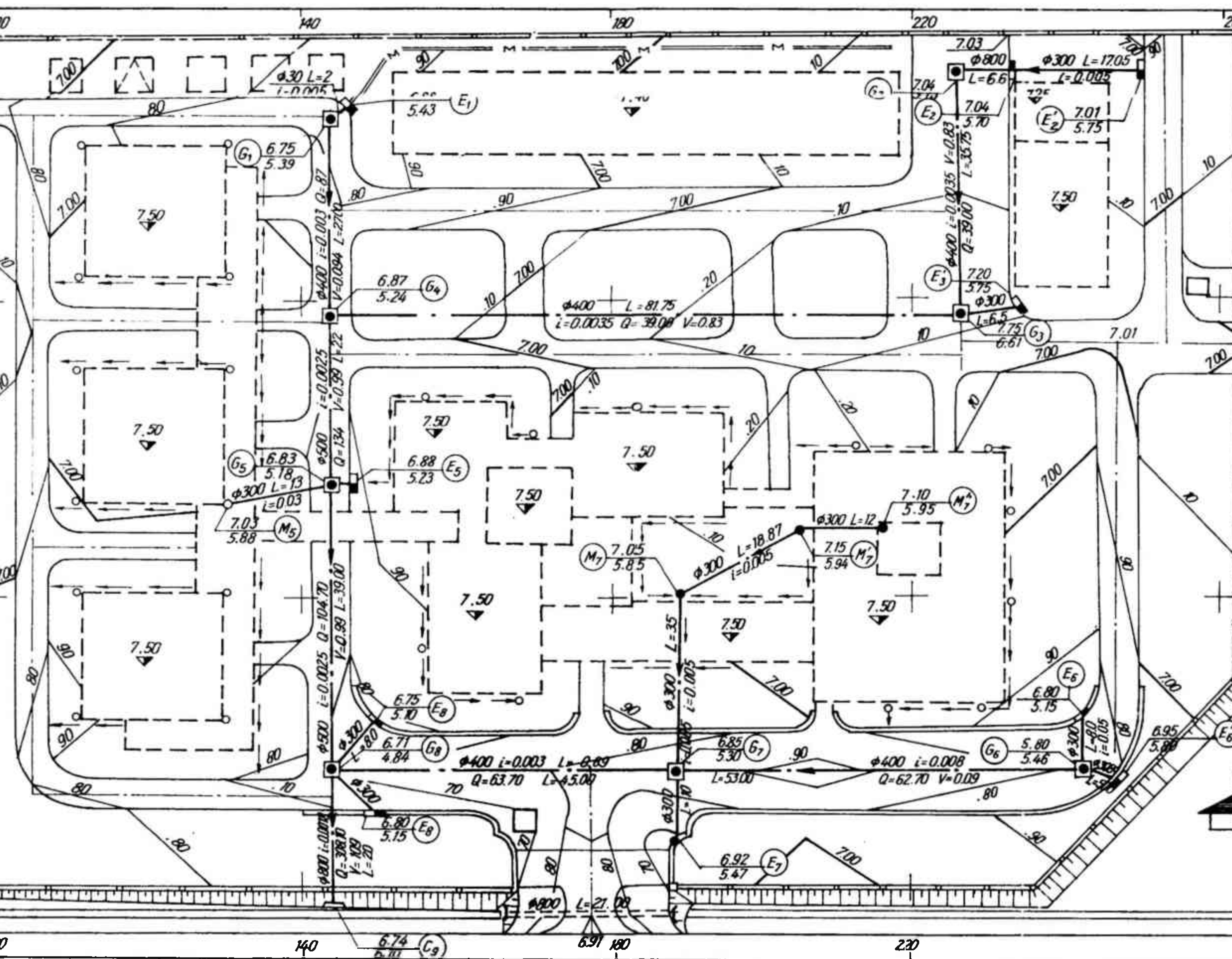
Trong khu công trình như Viện BH, cơ sở tính toán đầu tiên là phân chia lưu vực thoát nước mưa. Các lưu vực được chia dựa vào bản vẽ san nền V-3, dựa vào chiều thoát nước của mái nhà thể hiện qua vị trí đặt ống máng, chiều dốc mái nhà.

Hồ sơ thiết kế thoát nước mưa còn có :

- Cấu tạo giếng thu, giếng thăm như hình II-4, II-5
- Kết cấu cống lù
- Mặt cắt dọc cống dọc như hình II-6
- Bảng kê cao độ đáy cống như bảng IV-1, IV-2
- Ngoài ra, còn các mục khác như cống ngang đường, cầu... tùy theo từng công trình.



Hình V–5 : Mặt bằng định vị đường và cống thoát nước mưa



Hình V–6 : Mặt bằng mạng lưới cống thoát nước mưa

V-10. MẶT BẰNG TỔNG HỢP CÔNG TRÌNH KĨ THUẬT

Vị trí từng công trình ngầm được xác định trên bình đồ, mặt cắt ngang, độ sâu, với đặc tính kĩ thuật điển hình (như đường kính ống, vật liệu ống, trị số điện áp cáp điện, mã hiệu loại cáp điện...). Cách thể hiện tương tự như đã nêu ở hình IV-3, IV-7, IV-8 .

Quy định tương quan vị trí đặt công trình ngầm như đã nêu ở hình II-1, II-2, II-3, II-9. Vận dụng các quy định này rất khó khăn nhưng vẫn phải xem xét để đạt yêu cầu tối đa.

Thí dụ mặt bằng tổng thể công trình kĩ thuật hình V-7 không chỉ cần thiết khi thiết kế đường nội bộ một khu công trình, mà khi thiết kế mọi đường đô thị đều phải quan tâm nội dung thiết kế này.

V.11. BẢNG CAO ĐỘ THIẾT KẾ CÔNG TRÌNH KĨ THUẬT NGẦM Ở NÚT GIAO NHAU

Căn cứ vào quy phạm thiết kế đường đô thị hiện hành, thiết kế cao độ giao nhau các công trình ngầm theo khoảng tĩnh không quy định để công trình nọ không ảnh hưởng đến công trình kia, để dễ sửa chữa, thay thế.

Đây cũng là một bản vẽ cần thiết khi thiết kế đường đô thị.

Hình V-8 là thí dụ minh họa về cách thể hiện, phù hợp phần nào với công trình nhỏ như Viện BH. Với đường đô thị lớn, giải pháp thiết kế còn nhiều vấn đề xem xét kĩ lưỡng hơn.

Quy phạm thiết kế đường đô thị cũng cần xem xét các tiêu chuẩn về khoảng cách lắp đặt, tĩnh không giao nhau các công trình ngầm cho hợp lí hơn với thực tế.

V-12. MẶT CẮT DỌC TỔNG HỢP CÔNG TRÌNH KĨ THUẬT NGẦM

Các công trình ngầm khác nhau thường đặt ở độ sâu khác nhau : ống cấp nước sâu 0,50m, cáp điện sâu 0,80m, cống thoát nước mưa có thể từ 1 - 3m... Tuy nhiên, theo cao độ thiết kế hè đường, mặt đường, theo địa hình, tương quan cao độ chỗ giao nhau, từng loại công trình ngầm cũng có độ dốc cao độ khác nhau. Do đó dọc tuyến đường có nhiều công trình ngầm, ta phải lập bản vẽ cắt dọc tổng hợp để biết trước khó khăn phức tạp để xử lí.

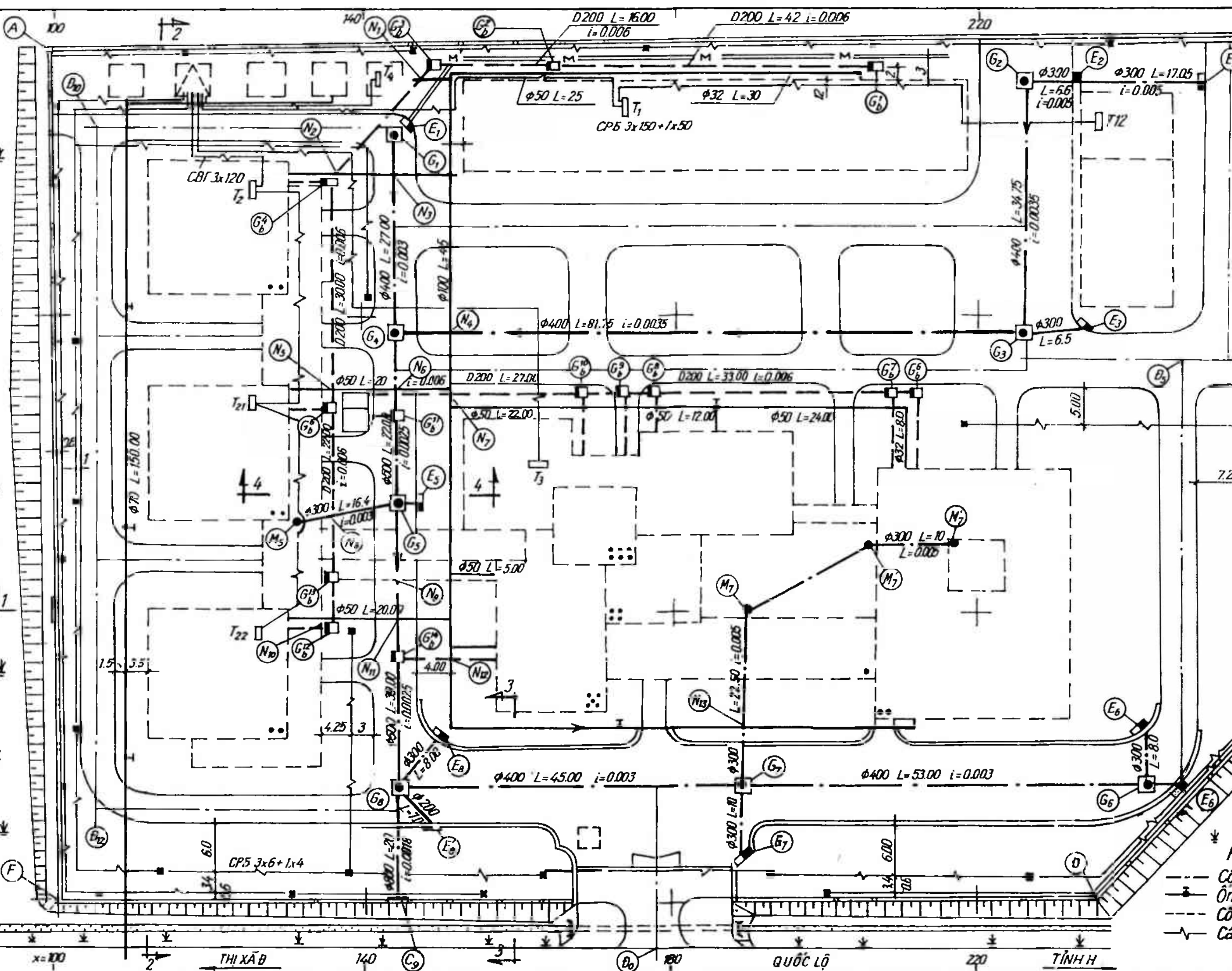
Mặt cắt dọc tổng hợp công trình kĩ thuật ngầm được thể hiện trên cơ sở một công trình chính, thí dụ cống dọc thoát nước mưa. Từ đó thể hiện các công trình khác.

Cách thể hiện chi tiết xem hình V-9.

V-13. MẶT CẮT NGANG TOÀN THỂ.

Mặt cắt ngang toàn thể trong khu công trình có vai trò như cắt ngang mẫu đường đô thị. Mặt cắt ngang này vẽ ở vị trí điển hình theo suốt chiều dọc và ngang để thể hiện toàn bộ tương quan cao độ đường, nền nhà, cột điện chiếu sáng, cây xanh và công trình ngầm. Thể hiện cả cao độ tự nhiên trong mặt cắt ngang để hình dung ra cao độ đào đắp theo cắt ngang đó.

Cách thể hiện chi tiết xem hình V-10



Hình V–7 : Mặt bằng tổng hợp công trình kĩ thuật ngầm Viện BH

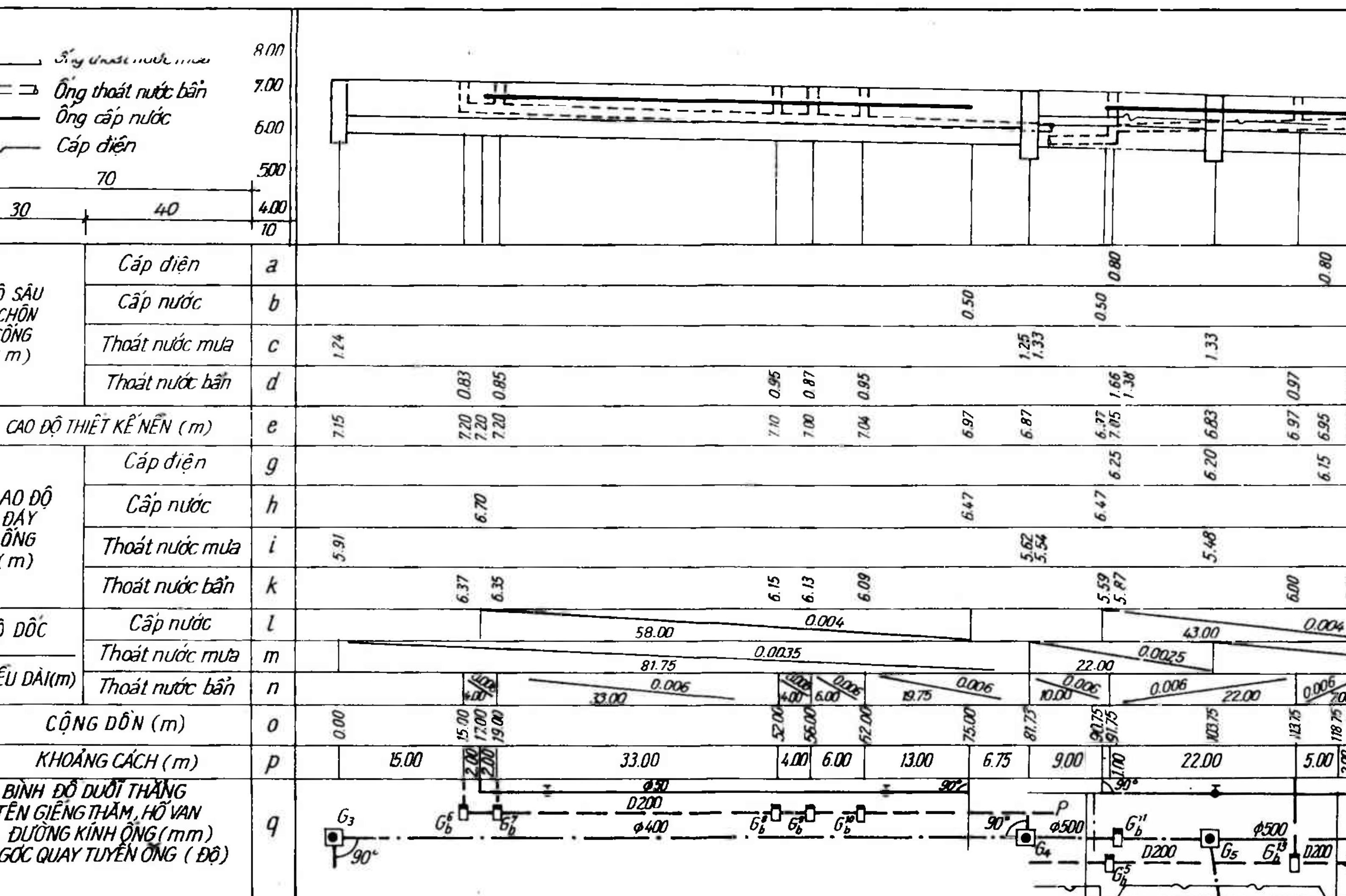
Hình V–8 : **Bảng cao độ thiết kế công trình ngầm ở nút giao nhau** *(Viện BH)*

Sơ họa nút – Mặt bằng	Sơ họa nút – Mặt đứng	Cao độ t.kế nền H (m)	Cao.độ C.trình ngầm đỉnh Dh (m) đáy trong D – Ống T.N mưa	Ống T.N. bẩn	Ống cấp nước	Cấp điện	Độ sâu chôn C.trình ngầm H – D (m) – Ống T.N. mưa	Ống T.N. bẩn	Ống cấp nước	Cấp điện	Ghi chú
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
G_b^3, 5.90, φ100, L=3.00, D200, δ=40	6.85, 6.21, 6.37, 6.12, 5.86, Δh=0.15	6,85		6,12 / 5,88	6,37 / 6,27			0,97	0,58		Cao độ đỉnh ống thép cấp nước tính bỏ qua chiều dày ống
d40, D200, δ=40, 5.77, G_b^4, φ50	6.95, 6.40, 6.45, $Δh_1$=0.21, 6.19, 6.15, $Δh_2$=0.14, 6.01, 5.77	6,95		6,01 / 5,77	6,45 / 6,40	6.19 / 6.15		1,18	0,55	0,80	Cao độ tính toán nút N2 lấy thống nhất ở cạnh G_b^4
G_1, 5.69, φ50, L=5, φ400, δ=50	6.80, 6.30, 6.35, 6.12, 5.67	6,80	6,12 / 5,67		6,35 / 6,30		1,13		0,50		
G_4, L=6.75, φ100, φ400, δ=50, 5.62	7.05, 6.30, 6.40, Δh=0.21, 6.09, 5.64	7,05	6,09 / 5,64		6,40 / 6,30		1,41		0,75		
φ50, D200, δ=40, L=3, 5.59, G_b^5	7.05, 6.30, 6.35, Δh=0.45, 5.85, 5.61	7,05		5,85 / 5,61	6,35 / 6,30			1,44	0,75		

Kí hiệu: mặt bằng, mặt cắ
φ δ ◎ Ống thoát nướ
D δ ◎ Ống thoát nướ
φ • Ống cấp nước
d ⊙ Cáp điện hạ th
5.90 Cao độ đáy ốn
δ : chiều dày thành ống (m
6.37 Cao độ (m)
Δh khoảng tĩnh khô

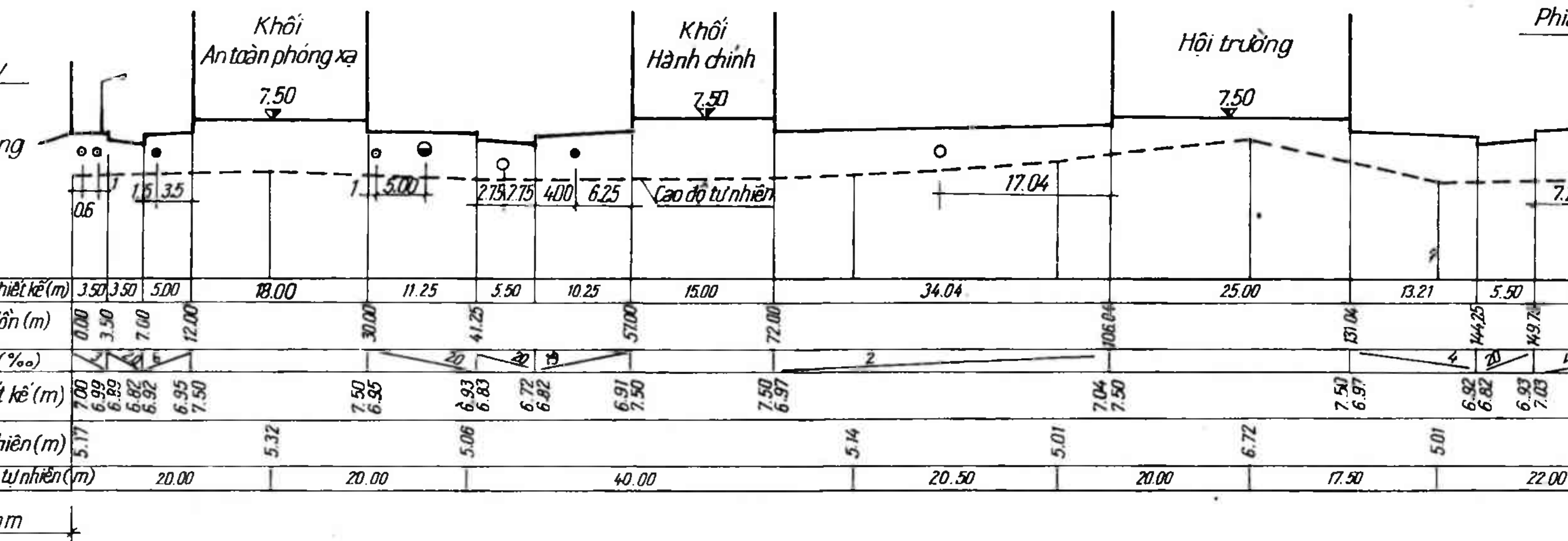
...g dẫn :

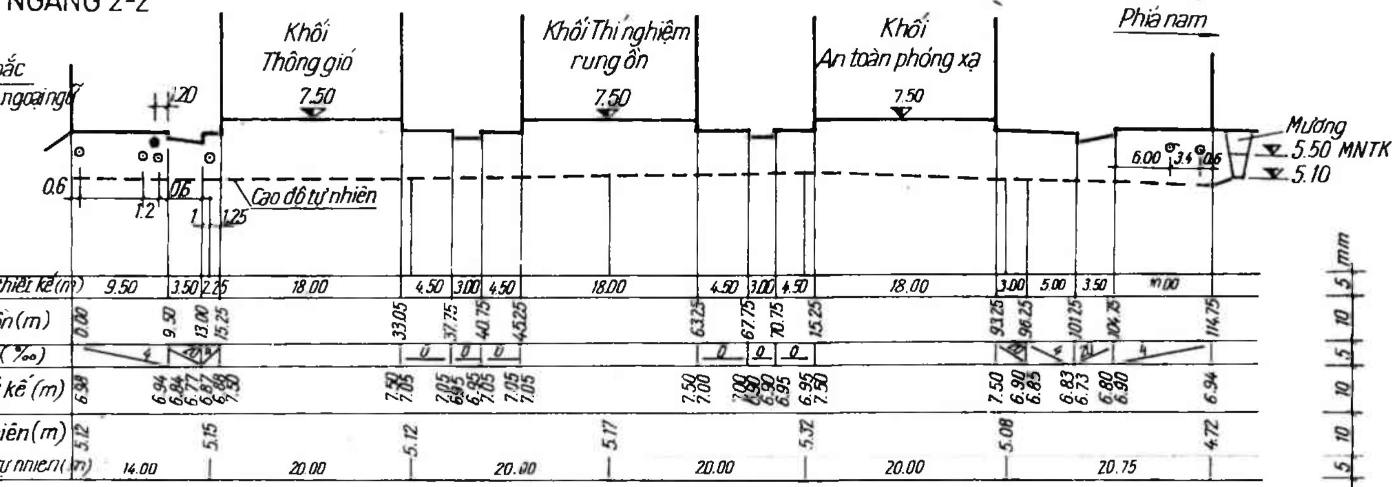
...g hợp công trình kĩ thuật được thể hiện toàn diện qua các bản vẽ mặt bằng (V–7), cắt ngang (V–10), cắt dọc tổng hợp (V–9) và cao độ nút giao nhau (V-... của mạng lưới công trình ngầm, tùy công trình cụ thể mà thể hiện bằng 2, 3, hoặc 4 loại bản vẽ trên, miễn sao được ý đồ thiết kế để thi công được. Với ...ức tạp có thể lập bản vẽ thiết kế riêng, trong đó phóng to theo tỉ lệ lớn (như mặt bằng, mặt cắt tỉ lệ 1 : 50, 1 : 20) để thể hiện rõ việc bố trí các công trìn... cao độ nút giao nhau chủ yếu lập cho các nút có đường ống thoát nước mưa, nước bẩn, cấp nước cắt qua nhau. Với các nút đơn giản, không cần ...ng hợp (V–7) chủ yếu thể hiện tên giếng, đường kính, khoảng cách các đường ống, tên nút (N) các trị số khác như chiều dài, độ dốc chỉ thể hiện khi điều kiệ...



NG DẪN: Tỷ lệ bản vẽ: dài 1/500 cao 1/100. Cắt dọc tổng hợp chỉ cần vẽ ở đoạn có nhiều công trình đặt sát nhau, khi thi công đào chung một hào có ống dốc ngược chiều. V
heo trục đường ống thoát nước mưa, các đường ống, đường dây khác ở 2 bên vẽ chiếu lên mặt phẳng cắt dọc trục ống thoát nước mưa.
hoảng cách (hàng P) chỉ thể hiện ở các điểm G, G_b, điểm đầu - cuối hoặc hố van cấp nước mà người thiết kế thấy cần thiết.
ác điểm phụ (như G_b^{11}, G_b^{14} nằm trên ống thoát nước mưa, ống cấp nước nhánh rẽ vào nhà) không cần có.
ao độ đáy ống là cao độ đáy trong (có nước chảy). Cao độ thiết kế nền ghi ở đỉnh vị trí G, G_b hoặc ống cấp nước, theo bản vẽ san nền V-3. Góc quay tuyến ống chỉ thể hiện ở ống chính
hông thể hiện ở ống nhánh.

Hình V–9 : *Mặt cắt dọc tổng hợp công trình ngầm (Đoạn G3, G4, G5 Viện BH)*





Hình V–10 : Mặt cắt ngang toàn thể Viện BH

Chương VI

THIẾT KẾ MẠNG LƯỚI THOÁT NƯỚC ĐÔ THỊ

VI-1. HỆ THỐNG THOÁT NƯỚC

Người ta thường nói : "nước là kẻ thù của đường". Vì thực tế : nước đã gây sụt lở ta luy rất nhiều trên đường miền núi làm tắc nghẽn giao thông, nước lũ làm trôi cả cầu cống, nước làm suy yếu nền đường rồi đứt gẫy mặt đường...

Cũng vì vậy, việc thiết kế thoát nước có ý nghĩa sống còn với một con đường. Nếu thiết kế thoát nước không tốt, các tính toán chi li khác về kết cấu cầu cống, mặt đường trở thành vô nghĩa.

Chúng ta đã quen với khái niệm "tần suất tính toán" mưa - lũ khi thiết kế thoát nước. Tức là tùy theo ý nghĩa, cấp hạng công tình, việc thiết kế thoát nước chỉ đủ bảo đảm đáp ứng cường độ mưa, mức nước lũ với chu kì lập lại P = 1 ; 10 ; 50 ; 100 năm... Thế nhưng thực tế vẫn có trường hợp công trình được thiết kế với P = 50 năm, chỉ 10 năm sau đã mưa lũ phá hỏng. Đó chính là vì diễn biến rất phức tạp của thiên nhiên, thời tiết mà con người không dễ nắm bắt "điều khiển" được.

Với đường ngoài đô thị, hệ thống thoát nước chỉ có cầu cống thoát nước ngang đường, chỉ bị chi phối bởi tần suất P của thiên nhiên.

Với đường đô thị, hệ thống thoát nước có đặc điểm là : gồm cả thoát nước ngang và dọc phố để thoát nước mưa và nước thải đô thị của khu dân cư, cơ quan, nhà máy... Như vậy có nghĩa là bị chi phối không chỉ bởi tần suất P của thiên nhiên mà cả "tần suất P_n" của con người ! Đây cũng chính là một trong những tiêu chuẩn kĩ thuật đầu tiên cần quan tâm điều tra, xác định khi thiết kế thoát nước đô thị.

1. Nước thải đô thị

Nước thải đô thị, tùy theo tính chất và nguồn gốc được chia thành 3 loại chính :

- *Nước thải sinh hoạt* : là nước do tắm rửa, đi vệ sinh từ khu dân cư xả ra.

- *Nước thải sản xuất* : thải ra sau quá trình sản xuất. Tùy theo sản phẩm, nguyên liệu tiêu thụ, nước thải sản xuất có đặc tính khác nhau : có thể ở mức nhiễm bẩn ít nhiều, có thể chứa chất độc (kiềm, a-xít...) gây ô nhiễm môi trường.

- *Nước mưa rơi* xuống khu đô thị.

Tùy theo nước nhiễm bẩn nhiều, ít mà gọi là "nước bẩn" hay "nước sạch". Với nước tắm rửa trong đô thị, nước mưa quy ước gọi là "nước sạch".

2. Hệ thống thoát nước

Hệ thống thoát nước một khu dân cư, đô thị được định nghĩa là tổ hợp công trình, thiết bị đầy đủ như : mạng lưới ống dẫn, giếng thu, giếng thăm, trạm bơm, trạm xử lí.

Có 2 loại hệ thống thoát nước chính :

- *Hệ thống thoát nước chung* : thoát chung cả nước bẩn và nước sạch (hình VI-1). Có ưu điểm là giá thành xây dựng thấp, nhưng chỉ thích hợp ở nơi gần sông lớn. Đô thị ở Việt Nam hiện nay thường dùng hệ thống này.

Hệ thống thoát nước riêng : Hình VI–2, nước bẩn và nước sạch thoát riêng rẽ theo đường ống riêng. Thực tế chỉ sử dụng ở khu vực nhà máy có nước thải sản xuất độc hại.

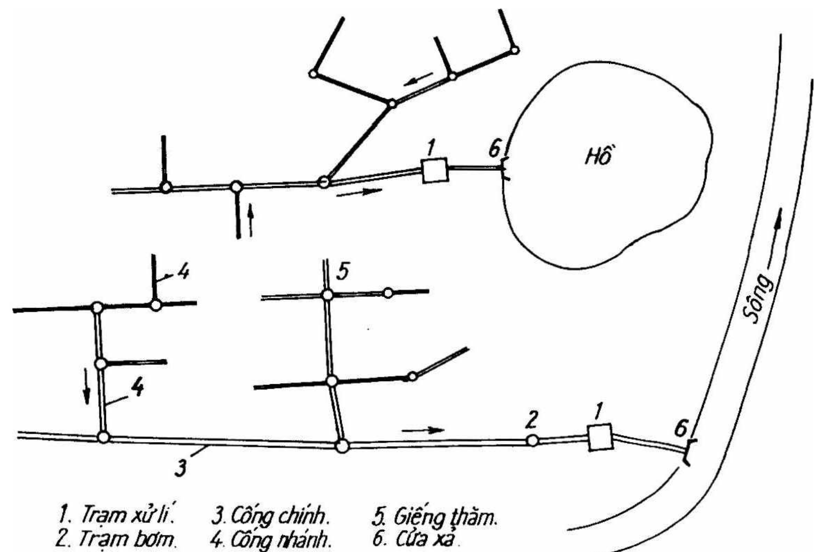
Khi quy hoạch thiết kế hệ thống thoát nước cho một đô thị, một khu phố, tùy đặc điểm địa hình, cơ cấu khu dân cư, nhà máy mà kĩ sư quy hoạch đề ra hệ thống thoát nước chung, riêng cho hợp lí. Quy hoạch này sẽ đưa ra mạng lưới cống chính và cao độ khống chế cửa xả nước ra sông, hồ, vị trí đặt trạm bơm, trạm xử lí.

Khi thiết kế một tuyến đường đô thị mới hoặc cải tạo, nội dung thiết kế mạng lưới thoát nước thường là :

Thiết kế cầu, cống thoát nước ngang đường, tương tự như đường ngoài đô thị.

Thiết kế cống thoát nước dọc với khẩu độ cống, giếng thu, giếng thăm có độ dốc, cao độ thích hợp để thoát nước vào cống đã có hoặc cửa xả quy định. Cống thoát nước dọc này sẽ đồng thời thu nước thải sinh hoạt từ khu dân cư 2 bên qua các nút là giếng thu, giếng thăm, xem hình II-8. Có khi là thu nước theo một đường ống nối từ các ô sân nhà phía trong, nằm giữa 2 dãy phố (tham khảo đường ống $M'_7 - M''_7 - M_7$ trong hình V-6).

Thiết kế mạng lưới cống thoát nước dọc, thường trước hết tính lưu lượng thoát nước mưa và nước thải sinh hoạt. Thông thường khẩu độ cống bảo đảm thoát nước mưa là chính, sau đó tính kiểm tra thêm lưu lượng nước thải sinh hoạt. Tuy vậy, có khu vực (như nhà máy lớn, khu nhà cao tầng...) bảo đảm lưu lượng thoát nước thải là chính.



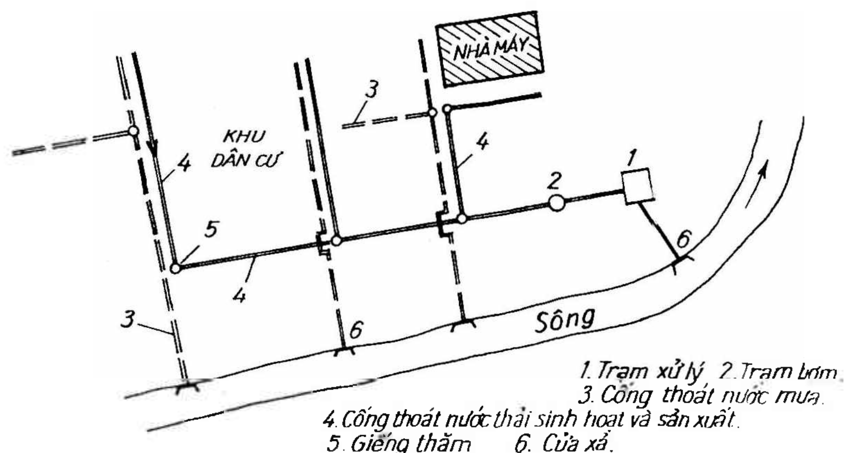
Hình VI–1 : Hệ thống thoát nước chung

VI–2. TÍNH LƯU LƯỢNG THOÁT NƯỚC MƯA

1. Những thông số khí tượng thủy văn

Các thông số lí học của nước mưa là : cường độ, thời gian, tần suất và chu kì. Để tính toán lưu lượng nước mưa, thường dùng cường độ giới hạn ứng với thời gian mưa tính toán theo từng khu vực điển hình (tỉnh, thành phố...).

Cường độ và thời gian mưa được đo bằng các máy móc thiết bị khí tượng. Cách đây hàng trăm năm người ta đo bằng ống trụ tiết diện 500cm^2 (đường kính 25,2cm), cao 2m. Hiện nay, dùng máy đo mưa tự ghi.



Hình VI–2 : Hệ thống thoát nước riêng

Thời gian mưa là thời gian kéo dài của một trận mưa, tính bằng phút.

Cường độ mưa là lượng mưa rơi xuống tính trên một đơn vị diện tích trong đơn vị thời gian. Người ta phân biệt cường độ mưa theo chiều cao lớp nước i và theo thể tích q.

Cường độ mưa tính theo lớp nước là tỉ số giữa chiều cao lớp nước mưa h với thời gian mưa t

$$i = h/t \text{ ; mm/phút} \quad \text{(VI-1)}$$

Cường độ mưa tính theo thể tích là lượng mưa tính bằng l/s.ha

$$q = 166{,}7.i \text{ ; l/s.ha} \quad \text{(VI-2)}$$

Trong đó 166,7 là mô đun chuyển từ cường độ mưa tính theo lớp nước sang cường độ mưa tính theo thể tích.

Trị số q, t của mưa thường có chu kì lặp lại. Trận mưa có q, t càng lớn càng ít lặp lại hơn trong 1 năm hoặc trong nhiều năm.

Chu kì mưa là thời gian (tính bằng năm) lặp lại của một trận mưa có cùng cường độ q và thời gian mưa t.

Chu kì tràn cống là thời gian (tính bằng năm) có một trận mưa vượt quá cường độ tính toán (vượt quá lưu lượng thoát nước tính toán) và kí hiệu là P.

Việc xác định P khi thiết kế có ý nghĩa kinh tế kĩ thuật rất lớn. Trị số P nhỏ, giá thành xây dựng thấp nhưng hay bị ngập lụt, P lớn giá xây dựng cao nhưng lại an toàn vì ít bị ngập lụt. Vì vậy căn cứ tính chất công trình, điều kiện địa hình để chọn P.

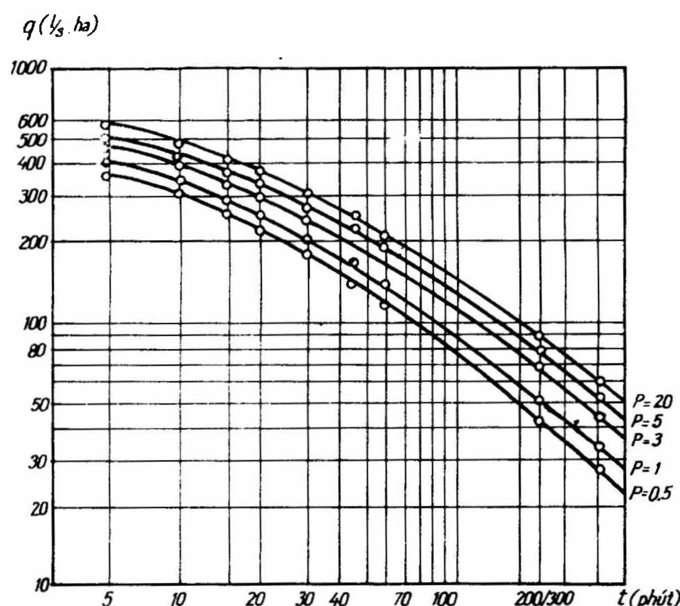
Đối với khu dân cư, thành phố nhỏ	P = 0,3 - 1,0 năm
Đối với thành phố lớn, khu công nghiệp lớn	P = 1 - 3 năm
Đối với khu vực đặc biệt quan trọng	P = 5 - 10 năm

2. Cường độ mưa tính toán. Thời gian mưa tính toán

Trước khi tính toán lưu lượng nước mưa, cần lựa chọn công thức tính cường độ mưa q. Cho đến nay vẫn tồn tại nhiều quan điểm khác nhau và khó đưa ra được một công thức phản ảnh đầy đủ mọi biến động phức tạp của mưa.

Để xác định công thức cường độ mưa được chính xác phải có số liệu mưa của các trạm khí tượng lưu trữ 15 - 25 năm.

Ở Việt Nam, qua số liệu nhiều năm, mỗi địa phương đã lập được quan hệ giữa cường độ mưa và thời gian mưa với P = 0,5 - 20 năm, như hình VI-3 là thí dụ cho một địa phương.



Hình VI-3 : Quan hệ giữa cường độ mưa và thời gian mưa

Bảng VI-1

Bảng thống kê các thông số khí hậu của công thức cường độ mưa của các thành phố.

Thứ tự	Tên thành phố	A_o	b_o	C	m	n
1	Bắc Cạn	8150	27	0,53	0,16	0,87
2	Bảo Lộc	11100	30	0,58	0,24	0,95
3	Buôn Ma Thuột	4920	20	0,62	0,14	0,85
4	Cà Mau	9210	25	0,48	0,18	0,92
5	Đà Nẵng	2170	10	0,52	0,15	0,65
6	Hà Giang	4640	22	0,42	0,20	0,79
7	Hà Nội	5890	20	0,65	0,13	0,84
8	Hòn Gai	3720	16	0,42	0,14	0,73
9	Hải Dương	4260	18	0,42	0,17	0,78
10	Hòa Bình	5500	19	0,45	0,18	0,82
11	Huế	1610	12	0,55	0,12	0,55
12	Lào Cai	6210	22	0,58	0,18	0,84
13	Lai Châu	4200	16	0,50	0,22	0,80
14	Móng Cái	4860	20	0,46	0,16	0,79
15	Nam Định	4320	19	0,55	0,18	0,79
16	Ninh Bình	4930	19	0,48	0,16	0,80
17	Nha Trang	1810	12	0,55	0,15	0,65
18	Hải Phòng	5950	21	0,55	0,15	0,82
19	Plâycu	7820	28	0,49	0,16	0,90
20	Phan Thiết	7070	25	0,55	0,16	0,92
21	Quảng Trị	2230	15	0,48	0,23	0,62
22	Quảng Ngãi	2590	16	0,58	0,12	0,67
23	Quy Nhơn	2610	14	0,55	0,18	0,68
24	Sơn La	4120	20	0,42	0,15	0,80
25	Sơn Tây	5210	19	0,62	0,17	0,82
26	Tuyên Quang	8670	30	0,55	0,12	0,87
27	Thái Nguyên	7710	28	0,52	0,20	0,85
28	Thái Bình	5220	19	0,45	0,16	0,81
29	Thanh Hóa	3640	19	0,53	0,15	0,72
30	Tuy Hòa	2820	15	0,48	0,18	0,72
31	Hồ Chí Minh	11650	32	0,58	0,18	0,95
32	Việt Trì	5830	18	0,55	0,12	0,85
33	Vinh	3430	20	0,55	0,16	0,69
34	Yên Bái	7500	29	0,54	0,24	0,85

Qua kết quả chỉnh lí số liệu mưa, đã đưa ra công thức tính cường độ mưa cho các thành phố ở nước ta như sau (theo TS Trần Hữu Uyển) :

$$q = \frac{A_o(1 + C\lg P)}{(t + b_o \cdot P^m)^n} \quad ; \ l/s.\ ha \qquad \text{(VI-3)}$$

Các thông số A_O, b_O, C, m, n cho ở bảng VI–1.

P (năm) là chu kì tràn cống

t (phút) là thời gian mưa tính toán

Thời gian mưa tính toán là thời gian giọt nước mưa từ điểm xa nhất trong lưu vực chảy đến tiết diện tính toán, còn gọi là thời gian cực hạn (Xem hình VI–4).

$$t = t_o + t_r + t_c \qquad \text{(VI-4)}$$

t_O – thời gian nước chảy từ điểm xa nhất đến rãnh thoát nước, còn gọi là thời gian tập trung nước bề mặt. Lấy t_O = 5 – 10 phút.

t_r – thời gian nước chảy trong rãnh đến giếng thu nước mưa gần nhất

$$t_r = 1{,}25.l_r/V_r \qquad \text{(VI-5)}$$

l_r (m) – chiều dài của rãnh

V_r (m/phút) – tốc độ nước chảy trong rãnh

1,25 – hệ số tính đến khả năng tăng tốc độ chảy trong quá trình mưa

tc – thời gian nước chảy trong cống từ giếng thu đến tiết diện tính toán

$$t_c = r.l_c/V_c \qquad \text{(VI-6)}$$

l_c (m) – chiều dài đoạn cống tính toán

V_c (m/phút) – tốc độ nước chảy trong cống

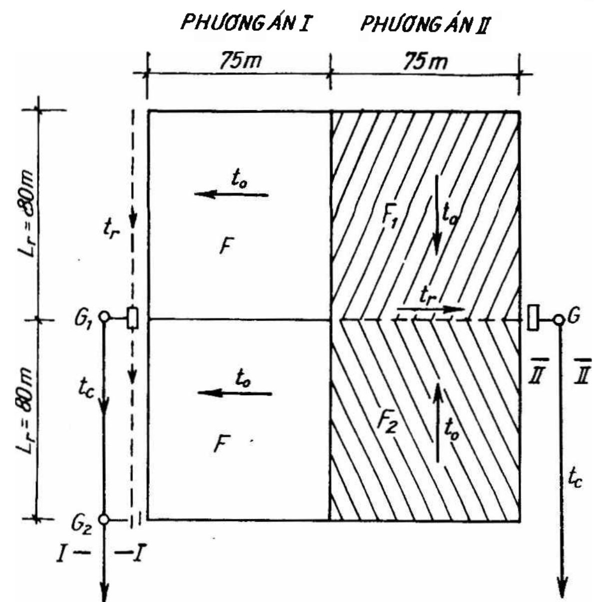
r – hệ số phụ thuộc địa hình

r = 2 khi địa hình bằng phẳng

r = 1,2 khi địa hình dốc hơn 3%.

Vậy công thức (VI–4) viết thành

$$t = t_O + 1{,}25\frac{l_r}{V_r} + r\sum\frac{l_c}{V_c} \qquad \text{(VI-7)}$$



Hình VI–4 : Sơ đồ xác định thời gian mưa tính toán (cực hạn)

Theo sơ đồ hình VI–4, để thoát nước mưa cùng diện tích $F_1 + F_2$, theo phương án 1 lưu lượng cực đại sẽ ở mặt cắt I–I qua 2 giếng thu, 2 giếng thăm. Thời gian mưa tính toán là $t = t_O + t_r + t_c$. Theo phương án 2 lưu lượng cực đại sẽ ở II–II qua 1 giếng thu, 1 giếng thăm. Thời gian mưa tính toán là $t = t_O + t_r$.

3. Hệ số dòng chảy ψ

Hệ số dòng chảy ψ xét đến thực tế lượng mưa rơi xuống q_b chỉ chảy vào mạng lưới một phần q_c, còn lại thấm xuống đất hoặc bốc hơi :

$$\psi = q_c/q_b \qquad \text{(VI-8)}$$

Hệ số dòng chảy phụ thuộc vào tính chất bề mặt phủ, địa hình, độ dốc, thời gian mưa. Giáo sư P. C. Belốp đã đưa ra công thức thực nghiệm :

$$\psi = Z.q^{0,2}.t^{0,1} \qquad \text{(VI-9)}$$

Trong đó :

Z – hệ số thực nghiệm, đặc trưng cho tính chất của mặt phủ ;

q – (l/s.ha), cường độ mưa ;

t – (phút), thời gian mưa.

Nếu diện tích bề mặt không thấm nước trên 30% thì có thể coi ψ không đổi (nghĩa là không phụ thuộc vào q và t). Trị số Z và ψ phụ thuộc tính chất bề mặt phủ cho trong bảng VI–2.

Bảng VI-2

Hệ số dòng chảy của các loại mặt phủ

Loại mặt phủ	Z	ψ
– Mái nhà và mặt phủ bằng bê tông át phan	–	0,95
– Mặt phủ bằng đá dăm	0,224	0,60
– Đường lát đá cuội	0,145	0,45
– Mặt phủ bằng đá dăm không có vật liệu dính kết	0,125	0,40
– Đường sỏi trong vườn	0,090	0,30
– Mặt đất	0,064	0,20
– Mặt cỏ	0,038	0,10

Trong khu đô thị thường có diện tích thấm và không thấm nước. Sự tạo thành dòng chảy hoàn toàn chỉ xảy ra sau khi mưa một thời gian nhất định. Với bề mặt không thấm nước thời gian đó là 5 phút. Với mặt đất là 20 – 30 phút.

4. Tính toán lưu lượng nước mưa

Tính toán lưu lượng nước mưa sẽ đạt hiệu quả kinh tế – kĩ thuật tốt khi :

– Xác định cường độ mưa tính toán q phù hợp với điều kiện khí hậu địa phương có công trình ;

– Xác định đúng hệ số phủ mặt, hệ số dòng chảy ψ và hệ số giảm lưu lượng ;

– Phương pháp tính toán thủy lực tương ứng với dòng chảy thực của nước mưa. Theo phương pháp cường độ giới hạn của P. F. Gorbatrep : lưu lượng nước mưa ở tiết diện tính toán đạt giá trị cực đại khi thời gian mưa bằng thời gian nước chảy từ điểm xa nhất của lưu vực thoát nước tới tiết diện tính toán.

Công thức tính toán là :

$$Q = \mu.\psi.q.F$$

$$Q = \mu.\psi.F.A_o.\frac{(1 + C\lg P)}{(t + b_o P^m)^n} \qquad \text{(VI-10)}$$

F (ha) – diện tích lưu vực tính theo bản đồ mặt bằng

μ – hệ số phân bố mưa rào, đặc trưng cho sự phân bố mưa không đều trong lưu vực tính toán

$$\mu = \frac{1}{1 + 0{,}001\,.\,F} \qquad \text{(VI-11)}$$

Ví dụ VI-1 : Tính lưu lượng thoát nước mưa ở mặt cắt I-I theo hình VI-4. Địa điểm công trình : thành phố Hồ Chí Minh. Diện tích $F_1 = F_2 = 0{,}60$ha. Độ dốc mặt 0,006. Diện tích mặt phủ : mái nhà 32%, mặt đường bê tông at phan 38%, mặt đá dăm 8% và mặt lát cỏ 22%.

Nội dung tính toán như sau :

1. Xác định P : Tùy theo đặc điểm vùng thoát nước mặt, độ dốc. Tham khảo bảng VI-3, chọn P = 1 và P = 2.

2. Xác định q : Áp dụng công thức (VI-3). Theo bảng VI-1 với thành phố Hồ Chí Minh có $A_o = 11650$, $b_o = 32$, C = 0,58, m = 0,18, n = 0,95.

$$P = 1 \quad ; \quad q = 11650 \frac{(1 + 0{,}58\lg 1)}{(t + 32.1^{0,18})^{0,95}} = \frac{11650}{(t + 32)^{0,95}}$$

$$P = 2 \quad ; \quad q = 11650 \frac{(1 + 0{,}58\lg 2)}{(t + 32.2^{0,18})^{0,95}} = \frac{13684}{(t + 36{,}2523)^{0,95}}$$

3. Xác định hệ số dòng chảy ψ. Hệ số phân bố mưa rào μ

Khi có nhiều dạng mặt phủ, hệ số dòng chảy ψ tính trung bình theo công thức sau :

$$\psi = \frac{1 . \psi + b . \psi + \ldots}{b + b + \ldots} \qquad \text{(VI-12)}$$

a, b ... là % diện tích từng loại mặt phủ

ψ, ψ... là trị số tương ứng với a, b, ... lấy ở bảng VI-2

$$\psi = \frac{32 \times 0{,}95 + 38 \times 0{,}95 + 8 \times 0{,}30 + 22 \times 0{,}10}{100}$$

Xác định hệ số phân phối mưa rào μ

$$\mu = \frac{1}{1 + 0{,}001 \times F} = \frac{1}{1 + 0{,}001 \times 0{,}60} = 0{,}999$$

4. Tính lưu lượng Q_1, Q_2 tại đầu cống dọc ở G_1, G_2. Thời gian nước mưa tập trung trên mặt phủ t_o = 5 phút.

Để tính t_r, t_c cần biết V_r , V_c. Bước đầu thường giả định V_r , V_c theo kinh nghiệm. Sau khi xác định trị số lưu lượng Q, độ dốc thiết kế cống, các trị số V_r , V_c sẽ được kiểm tra ngược lại, nếu phù hợp với trị số giả định coi như đúng.

Ở thí dụ này, giả định V_r = 1,4 m/s, V_c = 1,7 m/s. Lưu lượng Q_1 do F_1 gây ra xác định ở giếng thăm G_1 chỉ có t_o và t_r chảy ở $l = l_r$ = 80m (lưu vực F_1)

$t_r = 1{,}25.l_r/V_r = 1{,}24.80/1{,}5$ = 57s ≈ 1 phút

t_1 = 5 + 1 = 6 phút

Do F_1 = 1,20/2 = 0,60 ha < 20 ha, chọn P = 1

$$Q_1 = q.\mu.\psi.F$$

$$= \frac{11650}{(6 + 32)^{0,95}} \times 0{,}999 \times 0{,}71 \times 0{,}60$$

$$= 156\ l/s = Q_{2\text{-}2}$$

Lưu lượng Q_{1-2} do F_1 gây ra, xác định ở giếng thăm G_2 có cả t_o, t_r, t_c.

$t_c = r.l/V_c$

Địa hình bằng phẳng, chọn r = 2

$t_c = 2 \times 80/1,70 = 94s \approx 2$ phút

$t_2 = 5 + 1 + 2 = 8$ phút

$$Q_{12} = \frac{11650}{(8 + 32)^{0,95}} \times 0,999 \times 0,71 \times 0,60 = 149 \text{ l/s}$$

Lưu lượng Q_{2-2} do F_2 gây ra ở G_2 chỉ có t_o và t_r chảy ở $l = l_r = 80$m dài lưu vực F_1, tính tương tự như Q_1

$Q_{2-2} = Q_1 = 156\ l/s$

Vậy lưu lượng Q_2 ở G_2 do cả F_1 và F_2 gây ra là :

$Q_2 = Q_{1-2} + Q_{2-2} = 149 + 156 = 305\ l/s = 0,305\ m^3/s$

Từ Q_2, kiểm tra ngược lại tốc độ nước chảy qua cống lù, sẽ nêu ở ví dụ VI-4.

Bảng VI-3

Giá trị P cho vùng dân cư

Đặc điểm vùng thoát nước mưa	$P_{năm}$
1. Địa hình bằng phẳng (độ dốc trung tính mặt đất < 0,006) với diện tích F :	
- Đến 150 ha	0,5 - 1,5
- Lớn hơn 150 ha	1 - 2
2. Địa hình dốc > 0,006 với F :	
- Đến 20 ha	1 - 2
- 20 - 50 ha	1 - 3
- 50 - 100 ha	5
- > 100 ha	10

VI-3. TÍNH LƯU LƯỢNG THOÁT NƯỚC THẢI

1. Cơ sở chung

Nói chung, để thiết kế thoát nước đô thị, nước mưa hay nước thải đều phải dựa vào đồ án quy hoạch đô thị. Từ đó nắm được quy mô phát triển đô thị từ hiện tại tới 5 - 10 hoặc 20 - 25 năm sau.

Dân cư tính toán dùng khi tính lưu lượng nước thải là số người sử dụng nước cho đến cuối thời gian dự tính quy hoạch (thường lấy 15 - 25 năm). Khi biết mật độ dân số M và diện tích khu nhà ở F, tính được dân số N

$$N = M.F \tag{VI-13}$$

Hệ thống thoát nước đạt hiệu quả kinh tế khi mật độ M > 45 - 50 người/ha.

Tiêu chuẩn thoát nước là lượng nước thải trung bình ngày đêm cho mỗi người, hay lượng nước thải tính trên sản phẩm. Với khu dân cư thường tính bằng tiêu chuẩn cấp nước *l*/người -ngày đêm. (Tùy mức độ tiện nghi, tiêu chuẩn này là 80 – 180 lít/người–ngày đêm).

Đối với xí nghiệp công nghiệp, tiêu chuẩn thoát nước 25 – 35 lít/người–ngày đêm. Lượng nước tắm cho công nhân sau giờ làm việc 40 – 60 lít/người với thời gian tắm 45 phút.

Thực tế lưu lượng thoát nước thải sinh hoạt thay đổi theo giờ trong một ngày. Ta thường dùng hệ số không điều hòa chung K_c, là tỉ số giữa lưu lượng giờ tối đa trong ngày có lưu lượng lớn nhất và lưu lượng trung bình trong ngày có lưu lượng trung bình. Bảng VI–4 cho trị số K_c theo lưu lượng trung bình *l*/s của nước thải xả vào hệ thống. Các trị số không nằm trong bảng thì nội suy.

Bảng VI–4

Hệ số không điều hòa chung của nước thải sinh hoạt

Lưu lượng trung bình *l*/s	5	15	30	50	100	200	300	500	800	1250 và lớn hơn
K_c	3,1	2,2	1,8	1,7	1,6	1,4	1,35	1,25	1,20	1,15

2. Tổng lưu lượng nước thải

Tổng lưu lượng nước thải khu dân cư được tính riêng biệt :

- Theo tổng số người thường trú.
- Tổng số người tạm trú ở nhà ga, bến xe, khách sạn.
- Tổng số người làm việc ở các xí nghiệp, cơ quan.

Lưu lượng đơn vị tính toán q_o là lượng nước thải *l*/s.ha

$$q_o = \frac{n_o \cdot M}{86400}, \; l/s.ha \qquad (VI-14)$$

n_o – tiêu chuẩn thoát nước *l*/người–ngày đêm ;

M – mật độ dân số, người/ha ;

86400 – là số giây một ngày đêm (24 giờ)

$$Q_t = \frac{n_o \cdot N \cdot K_c}{86400}, \; l/s \qquad (VI-15)$$

$$= q_o . F . K_c \qquad (VI-16)$$

$$= \frac{n_o \cdot M \cdot F \cdot K_c}{86400} \qquad (VI-17)$$

VI–4. TÍNH TOÁN THỦY LỰC MẠNG LƯỚI THOÁT NƯỚC ĐÔ THỊ

1. Đặc điểm chuyển động của nước thải đô thị

Nước thải đô thị thường có nhiều cặn lắng và rất khó lấy ra vì phức tạp và mất vệ sinh.

Cặn lắng đọng lại trong cống thường chứa 3 – 8% (theo thể tích) là chất hữu cơ với kích thước > 1mm và 92 – 97% là cát. Trọng lượng riêng của cặn 1,4 – 1,6 T/m^3.

Sơ đồ cấu trúc dòng chảy trong cống thoát nước xem hình VI–5. Khi cửa xả bị ngập bởi mức nước sông hồ, dòng chảy sẽ trở thành có áp và không còn khoảng trống.

Sơ đồ VI–5 cho ta thấy rõ : cặn lắng càng nhiều dòng chảy càng bị thu hẹp, giảm tốc độ nước chảy và càng ngày càng gây nguy cơ ngập úng trong đường đô thị.

Đặc trưng chuyển động của nước thải trong cống là hệ số Ray–nôn – R_e. Với cống tròn khi độ đầy hoàn toàn (h/d = 1), R_e được xác định theo công thức sau :

$$R_e = \frac{V \cdot d}{\gamma} \qquad \text{(VI–18)}$$

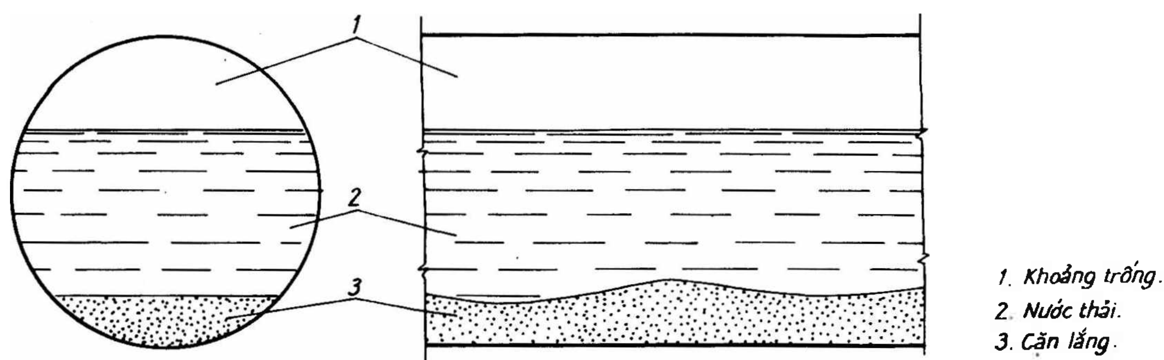
Trong đó :

v – tốc độ nước trong cống, m/s ;

d – đường kính cống, m ;

γ – hệ số nhớt của nước thải.

Trạng thái nước chảy trong cống, kênh mương đô thị có thể là chảy rối, chảy đều hoặc không đều, chảy ổn định hoặc không ổn định. Nhưng trong tính toán, với trường hợp có mặt thoáng, để đơn giản thường coi là chảy đều, không áp. Tức là coi tốc độ trung bình v = const, tiết diện chảy ω = const, lưu lượng q = const, độ dốc I = i = const, chu vi ướt χ = const.



Hình VI–5 : Sơ đồ cấu trúc dòng chảy

Còn trường hợp khác : do khu dân cư mở rộng cống cũ không đủ thoát nước, do cửa xả ra sông bị ngập, do bùn rác cản dòng chảy..., dẫn tới tình trạng cống chảy ngập có áp.

2. Các tiết diện cống và đặc tính thủy lực

Các loại tiết diện cống thoát nước giới thiệu trên hình VI–6. Thường dùng là cống tròn, vòm, hình thang, hình chữ nhật. Kết cấu có thể là bê tông cốt thép, vòm gạch, đá hộc xây... tùy theo điều kiện địa hình, vật liệu. Yêu cầu chung nhất là :

– Bảo đảm thoát nước tốt, không gây lắng đọng

– Đủ sức chịu tải trọng tĩnh và động

– Giá thành hạ

– Tránh dùng nhiều loại cống khác nhau

Đặc tính thủy lực tốt nhất của tiết diện cống xác định bằng khả năng thoát nước lớn nhất, khi cùng đạt một độ dốc và diện tích tiết diện ướt bằng nhau. Như vậy cống tròn là tốt nhất vì có bán kính thủy lực R lớn nhất

$$R = \frac{\omega}{\chi} \quad \text{(VI-19)}$$

ω – diện tích tiết diện ướt, m^2 ;

χ – chu vi ướt (m). Là chu vi tiếp xúc giữa nước và thành cống.

a) Cống tròn

Với cống tròn đường kính d, khi nước chảy đầy một nửa và hoàn toàn có :

$$R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{\pi . d^2}{4\pi d} = \frac{d}{4} = 0{,}25d \quad \text{(VI-20)}$$

Và đạt giá trị tối đa R = 0,304d khi độ đầy h/d = 0,813.

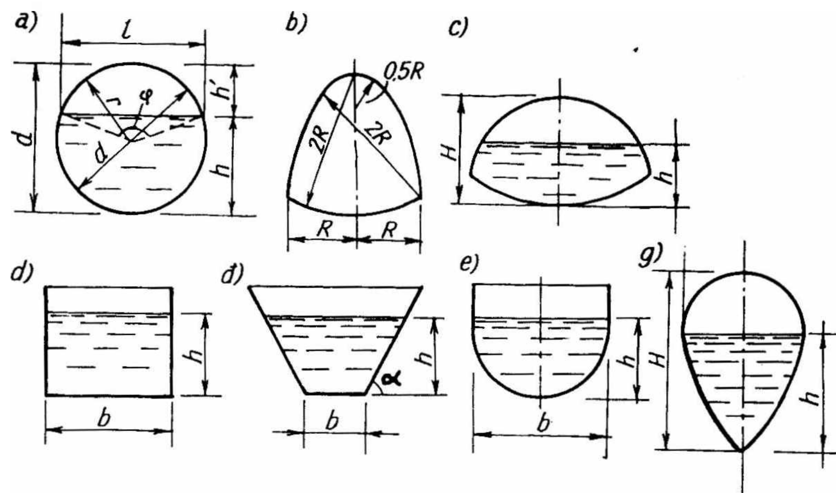
Độ đầy, được định nghĩa là tỉ số h/d với cống tròn và h/H với các cống khác.

Với độ đầy không hoàn toàn ở cống tròn, h/d < 1, diện tích ướt ω, chu vi ướt χ có thể tính theo hình viên phân (khi h' < h) :

$$\omega = \pi r^2 - \frac{r(S-1) + l h'}{2} \quad \text{(VI-21)}$$

$$S = \varphi . r \quad \text{(VI-22)}$$

φ – tính bằng radian



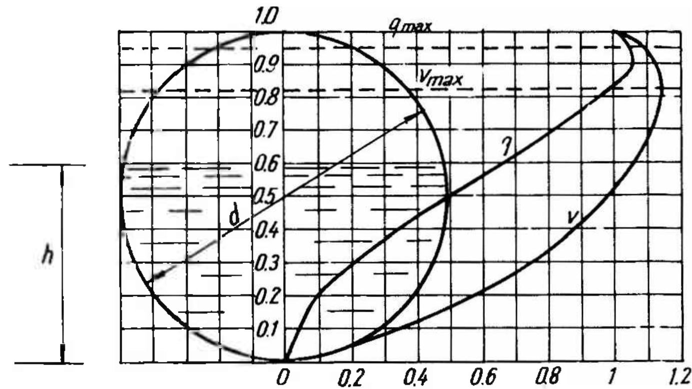
Hình VI–6 : Các loại tiết diện cống thoát nước

Góc φ tìm được theo công thức $\cos\frac{\varphi^o}{2} = (r - h')/r$, φ tính ra độ (xem hình VI-6a).

$$\chi = \pi . d - S \quad \text{(VI-23)}$$

Với cùng trị số R, tốc độ chảy trong cống tròn khi độ đầy h/d = 0,5 và = 1 được xem là bằng nhau và tốc độ đạt tối đa khi h/d = 0,813. Lưu lượng thoát đạt tối đa khi h/d = 0,95. Sau đó giảm dần, song lưu lượng khi nước chảy đầy hoàn toàn gấp đôi khi chảy một nửa.

Quan hệ giữa tốc độ, lưu lượng với độ đầy trong cống tròn giới thiệu trên hình VI-7. Trục đứng là tỉ lệ độ đầy h/d = 0,1 ; 0,2 ; 0,3 ... 1,0. Trục ngang là mô đun tốc độ v_o, và mô đun lưu lượng q_o, tính theo tỉ lệ đơn vị tốc độ và độ đầy khi chảy hoàn toàn.



Hình VI-7 : Các thành phần thủy lực của dòng chảy

Gọi W_o và K_o là mô đun tốc độ và mô đun lưu lượng khi độ đầy h/d = 1. Nếu tính $C = \frac{1}{n}.R^y$. Với y không đổi khi h thay đổi thì rõ ràng tỉ số $K/K_o = q_o$ và $W/W_o = v_o$, sẽ chỉ phụ thuộc vào độ nhám và kích thước tuyệt đối của mặt cắt. Để tính nhanh, người ta tính sẵn K_o, W_o ứng với độ nhám n thường dùng.

Bảng VI-5 giới thiệu trị số K_o, W_o ứng với n = 0,013.

Do cống tròn thoát nước tốt, dễ chế tạo hàng loạt và bền vững nên được dùng rộng rãi, tới 90% số lượng trong mạng lưới thoát nước.

Bảng VI-5

Trị số K_o và W_o của cống tròn với n = 0,013

h = d (m)	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00
K_o m^3/s	0,595	3,76	11,2	24,0	43,7	71,0	106,5	152,5	208	276	354	447
W_o m/s	12,1	19,2	25,3	30,5	35,6	40,1	44,3	48,5	52,2	56,2	59,7	63,3

b) Kênh (cống) hình thang

Đặt độ dốc mái ta luy m = cotgα, chu vi ướt tính như sau :

$$\chi = b = 2h\sqrt{1 + m^2} \quad (VI-24)$$

Diện tích mặt cắt ướt :

$$\omega = (b + m.h)h = (b/h + m)h^2 \quad (VI-25)$$

Để có mặt cắt có lợi nhất về thủy lực, cần có χ bé nhất hay :

$$\frac{d\chi}{dh} = 0 \quad (VI-26)$$

Với mặt cắt hình thang, tùy trị số m xác định được tỉ lệ β = b/h có lợi nhất về thủy lực theo bảng VI-6

Bảng VI-6

Bảng trị số β = b/h có lợi nhất về thủy lực cho tiết diện hình thang

m	0	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50
β = b/h	2,00	1,562	1,236	1,00	0,828	0,702	0,606	0,532	0,472	0,424	0,385

Bảng VI-6 cho thấy, với mặt cắt chữ nhật m = 0, β = 2 tức là có lợi nhất khi :

$$b = 2h$$

Bán kính thủy lực mặt cắt hình thang có lợi nhất khi R = h/2

Cần nhắc lại rằng : mặt cắt có lợi nhất về thủy lực không có nghĩa là có lợi nhất về kinh tế - kĩ thuật, nhất là với kênh lớn. Nhưng với kênh nhỏ, ít đào sâu thì có thể có lợi cả về kinh tế - kĩ thuật.

3. Công thức tính toán thủy lực mạng lưới cống

Tính toán đầu tiên ta thường gặp là tính lưu lượng.

Với đường ngoài đô thị, để tính lưu lượng chảy qua cầu cống, ta dựa vào địa hình, bản đồ... xác định các thông số tính toán như diện tích lưu vực, độ dốc lòng suối... như đã nêu ở chương 9 tập I. Nói chung, theo quy trình tính thủy văn hiện hành. Quy trình này cũng có 2 loại : tính cho cống cầu nhỏ và cầu lớn.

Với đường đô thị, khi thiết kế mạng lưới thoát nước mưa, liên quan đến diện tích lưu vực đổ vào từng giếng thu hàm ếch, đó là những diện tích rất nhỏ (thường dưới 1 ha hoặc một vài ha) và được chia thành nhiều mảnh dọc 2 bên đường đô thị. Do vậy chịu ảnh hưởng chủ yếu bởi cường độ mưa, đặc điểm bề mặt phủ... như đã thể hiện qua tính toán ở mục VI-2.

Tuy vậy, giai đoạn tính toán lưu lượng nước mưa ở mục VI-2, thí dụ VI-1 có một điểm giống như tính lưu lượng cầu cống nói chung : đó là lưu lượng do thiên nhiên và địa hình tạo thành. Điểm khác nhau là : với đường ngoài đô thị, lưu lượng đó chảy qua một cầu hoặc cống. Với đường đô thị, lưu lượng đó tập hợp dần lại theo nhiều đoạn cống dọc, theo nhiều nhánh cống dọc để đổ ra cửa xả. Do đó, bị chi phối bởi một hệ thống các thông số tính toán : độ dốc lòng cống, đường kính, độ đầy... thay đổi theo từng đoạn cống, ảnh hưởng lẫn nhau. Lưu lượng sẽ được kiểm tra, khớp nối lại cho hài hòa với toàn hệ thống.

Công thức tính thủy lực mạng lưới cống đô thị, với giả định dòng chảy đều thường tính như sau :

Tính lưu lượng thoát nước của cống :

$$Q = \omega . V \qquad (VI-27)$$

Công thức tốc độ, khi I = i, gọi là công thức Sê-di :

$$V = C\sqrt{R . I} = C\sqrt{R . i} \qquad (VI-28)$$

Trong đó :

Q - lưu lượng, m^3/s ;

ω - diện tích tiết diện ướt, m^2 ;

V - tốc độ nước chảy, m/s ;

R - bán kính thủy lực, m, xem công thức VI-20

I - độ dốc thủy lực, lấy bằng độ dốc cống i ;

C – hệ số Sê-di. Theo công thức Pavlốpki :

$$C = \frac{1}{n} . R^y \qquad \text{(VI-29)}$$

Trong đó :

n – hệ số nhám, độ nhám. Phụ thuộc vật liệu và phương pháp chế tạo cống. Xem bảng VI-7 ;

y – số mũ, phụ thuộc độ nhám, hình dạng và kích thước của cống

$$y = 2,5\sqrt{n} - 0,13 - 0,75(\sqrt{n} - 0,1) \qquad \text{(VI-30)}$$

Khi d < 4.000mm thì n = 0,013 và y = 1/6.

Bảng VI-7

Hệ số nhám n

Loại cống (kênh)	n trong công thức (VI-29)
Cống :	
– Sành	0,013
– Bê tông và bê tông cốt thép	0,014
– Xi măng amiăng	0,012
– Gang	0,013
– Thép	0,012
Kênh :	
– Gạch	0,015
– Đá có trát vữa xi măng	0,017

Các trị số ở bảng VI-7 tương ứng với điều kiện sản xuất hoàn chỉnh, nếu sản xuất bằng thủ công thì trị số độ nhám sẽ lớn hơn nhiều. Ví dụ loại cống gang của ta sản xuất bằng khuôn cát, n = 0,02 ÷ 0,03.

Gọi W là mô đun lưu tốc (hoặc đặc tính lưu tốc) khi i = 1

$$W = C\sqrt{R} \qquad \text{(VI-31)}$$

Công thức Sê-di (VI-28) viết thành :

$$V = W\sqrt{i} \qquad \text{(VI-32)}$$

Gọi K là mô đun lưu lượng (hoặc đặc tính lưu lượng khi i = 1)

$$K = \omega C\sqrt{R} \qquad \text{(VI-33)}$$

Công thức (VI-27) viết thành :

$$Q = \omega C\sqrt{Ri} = K\sqrt{i} \qquad \text{(VI-34)}$$

Công thức (VI-28), (VI-34) là phương trình cơ bản của dòng chảy đều trong kênh hở (hoặc cống ngầm có khoảng trống).

Đối với trường hợp thường gặp là kênh (cống) hình thang, phương trình (VI-34) nêu lên mối quan hệ giữa lưu lượng Q và bề rộng đáy b, chiều sâu nước h, độ dốc mái kênh ($m = \cot g\,\alpha$), độ dốc đáy i, độ nhám lòng kênh n.

$$Q = f(b, h, m, n, i) \qquad \text{(VI-35)}$$

Với thoát nước đô thị, ta thường gặp các bài toán sau :

a) Đã biết lưu lượng (qua tính toán đã nêu ở mục VI-2, VI-3, ví dụ VI-1), xác định mặt cắt kênh (cống).

b) Với mạng lưới kênh (cống) đã có, tức là có mặt cắt hình học, do lưu vực thay đổi, (như cải tạo mở rộng khu dân cư), giải phương trình (VI-35) gồm 6 biến số khi đã biết 5, còn lại 1 biến số lấy làm ẩn số.

c) Kiểm tra, xác định tình trạng ngập nước đô thị do cửa xả nước ra sông bị ngập, do lưu lượng vượt quá khả năng thoát nước của cống hiện có (và nhiều lí do khác nữa). Với bài toán này, chế độ chảy của cống ngầm trở thành có áp. Ta phải tính cao độ nước dâng, thời gian ngập nước... Bài toán khá phức tạp.

Với bài toán b), tìm h khi biết Q, b, m, n, i là một việc phức tạp nên phải giải bằng phương pháp thử dần. Ta cho các trị số h_1, h_2, h_3... tính ra các trị số ω, C, R tương ứng, vẽ biểu đồ K – h (hình VI-8). Mặt khác tính ra $K_o = Q/\sqrt{i}$.

Trên biểu đồ từ K_o tìm ra trị số h_o tương ứng là trị số ta cần tìm.

Ví dụ VI-2 : Cho một kênh thoát nước b = 4m, độ sâu h = 2m, m = 1,5, độ dốc i = 0,0002. Đây là kênh đất, sạch, thẳng, tra bảng xác định độ nhám n = 0,025. Tính lưu lượng Q của kênh và tốc độ nước V.

Tính toán như sau :

$$\omega = (b + mh)h = (4 + 1{,}5 \times 2)2 = 14m^2$$

$$\chi = b + 2h\sqrt{1 + m^2} = 4 + 2 \times 2\sqrt{1 + 1{,}5^2} = 11{,}2m$$

$$= \frac{14}{11{,}2} = 1{,}25m$$

$$C = \frac{1}{n}R^y$$

y theo công thức (VI-30)

$$y = 2{,}5\sqrt{n} - 0{,}13 - 0{,}75(\sqrt{n} - 0{,}1) = 2{,}5\sqrt{0{,}025} - 0{,}13 - 0{,}75(\sqrt{0{,}025} - 0{,}1)$$

$$= 0{,}2215$$

$$C = \frac{1}{0{,}025} \times 1{,}25^{0{,}2215} = 42{,}03$$

Vậy $K = \omega C\sqrt{R} = 14 \times 42{,}03\sqrt{1{,}25} = 658\ m^3/s$

$$Q = K\sqrt{i} = 658\sqrt{0{,}0002} = 9{,}3\ m^3/s$$

$$V = C\sqrt{Ri} = 42{,}03\sqrt{1{,}25 \times 0{,}0002} = 0{,}66\ m/s$$

Ví dụ VI-3 : Cũng với kênh trên, nếu phải thoát với lưu lượng 15 m^3/s, thì độ sâu h và tốc độ nước V là bao nhiêu ?

Trước hết tính :

$$K_o = \frac{Q}{\sqrt{i}} = \frac{15}{\sqrt{0{,}0002}} = 1060{,}7\ m^3/s$$

Tính thử dần bằng giả định các trị số h, theo bảng VI-8 sau :

Bảng VI-8

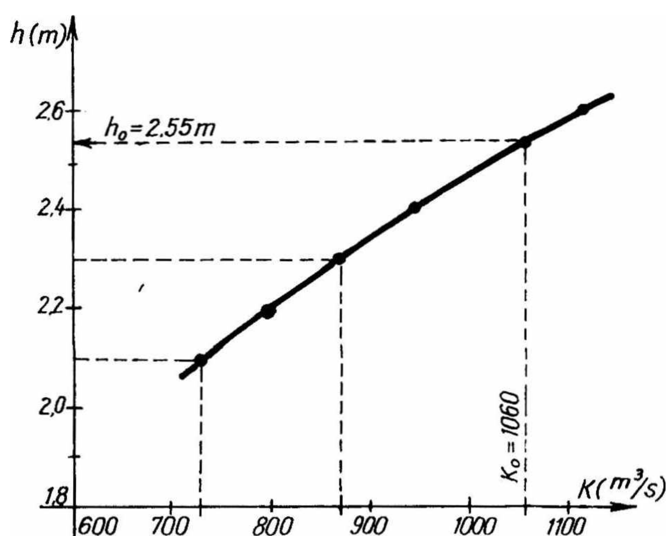
h, (m)	ω, (m^2)	χ, (m)	R (m)	C	K
2,1	15,015	11,572	1,30	42,39	725,7
2,2	16,060	11,932	1,35	42,74	797,5
2,3	17,135	12,293	1,39	43,03	869,3
2,4	18,240	12,653	1,44	43,36	949,1
2,5	19,375	13,014	1,49	43,69	1031,3
2,6	20,540	13,375	1,54	44,01	1121,8

Vẽ biểu đồ K, h như hình VI-8, ứng với K_o = 1060,7 m^3/s ta xác định được h_o = 2,55m.

Tốc độ nước V có thể tính theo h = 2,5m.

$V = C\sqrt{Ri} = 43{,}69\sqrt{1{,}49 \times 0{,}0002} = 0{,}75$ m/s

Như vậy là mức nước kênh khi thoát nước với Q = 15 m^3/s, so với Q = 9,3 m^3/s đã nâng cao 2,55 - 2,00 = 0,55m. Do nước dâng, nước theo cống từ khu dân cư đổ ra cửa xả bên bờ kênh sẽ bị cản chậm lại và dâng cao ở giếng thu hàm ếch, gây ngập úng. Vấn đề này sẽ xem xét ở ví dụ VI-5.



Hình VI-8 : Biểu đồ quan hệ K, h

Ví dụ VI-4 : Xác định đường kính cống tròn thoát nước mưa ở ví dụ VI-1, có Q = 0,309 m^3/s, độ dốc i = 0,006, n = 0,013. Yêu cầu thiết kế sao cho độ đầy a = h/d < 0,8.

Dựa vào biểu đồ hình VI -7, với a = h/d = 0,80, ta tra được q_o = 1,00; $q_o = \frac{K}{K_o} = 1$

$$K = Q/\sqrt{i}$$

Vậy $$K_o = K/q_o = \frac{Q}{q_o \cdot \sqrt{i}} = \frac{0{,}305}{1 \times \sqrt{0{,}006}} = 3{,}943$$

Mặt khác theo (VI-33) khi chảy đầy ta có :

$$K_o = \omega_o \cdot C_o\sqrt{R_o} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{1}{n}\left(\frac{d}{4}\right)^{1/6} \cdot \left(\frac{d}{4}\right)^{1/2}$$

Trong đó, với cống tròn R_o = d/4 = 0,25d

Tương ứng :

$$C_o = \frac{1}{n} \cdot R_o^y = \frac{1}{0{,}013} \times 0{,}25^{1/6}d^{1/6} = 61{,}054d^{1/6}$$

$$\sqrt{R_o} = \sqrt{\frac{d}{4}} = \frac{d^{1/2}}{2}$$

$$\omega_o = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 0,7854d^2$$

$$3,943 = 0,7854d^2 \times 61,054d^{1/6} \times \frac{d^{1/2}}{2} = 23,9759d^{8/3}$$

$$d^{8/3} = 0,1643$$

$d = 0,51$m. Dùng $d = 0,50$m

$h = 0,80d = 0,40$m

Biểu đồ VI–7 với $h/d = 0,80$ có $q_o = 1$

$V_o = W = 1,18 = f_2(a)$

Tra bảng VI–5 với $d = 0,50$ có $W_o = 19,2$

Vậy $V = W\sqrt{i}$ (công thức VI–32)

$= V_o.W_o\sqrt{i} = 1,18 \times 19,2\sqrt{0,006}$

$= 1,75$ m/s

So với V_c giả định ở ví dụ VI–1 là 1,70 m/s xấp xỉ 1,75 m/s. Vậy đạt yêu cầu. Không phải tính lại Q_2 ở ví dụ VI–1.

Giả sử, vì công trường chỉ có loại cống ϕ75. Theo bảng VI–5 ta có $K_o = 11,2$ m^3/s, $W_o = 25,3$ m/s

$$q_o = \frac{K}{K_o} = \frac{Q}{K_o\sqrt{i}} = \frac{0,309}{11,2\sqrt{0,006}} = 0,356$$

Tra biểu đồ VI–7 tìm được $h/d = 0,32$, $V_o = 0,80$

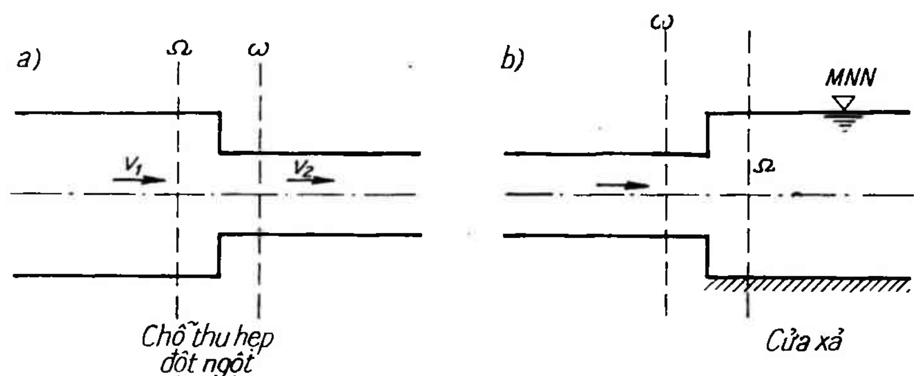
$h_o = 0,32d = 0,32 \times 0,75 = 0,24$m

$V = W\sqrt{i} = V_o . W_o . \sqrt{i} = 0,8 \times 25,3\sqrt{0,006}$

$= 1,57$ m/s

4. Tổn thất cục bộ trong mạng lưới thoát nước

Tổn thất cục bộ thường được tính ở giếng thăm, giếng chuyển bậc với cống có d >500mm và ở cửa xả ra kênh, sông thoát nước chảy qua đô thị. Do tổn thất cục bộ gây ra hiện tượng dềnh nước, làm lắng đọng bùn rác, lâu ngày có thể làm tắc cống.



Hình VI–9 : Một số dạng tổn thất cục bộ

Sơ đồ tổn thất cục bộ tại chỗ thu hẹp đột ngột và cửa ra thể hiện trên hình VI-9.

Cột nước tổn thất cục bộ được tính theo công thức :

$$h_t = \xi \frac{V^2}{2g} \quad \text{(VI-36)}$$

ξ - hệ số tổn thất cục bộ. Xem bảng VI-9.

V (m/s) - tốc độ dòng chảy ở mặt cắt sau chỗ tổn thất, theo chiều nước chảy.

$g = 9{,}8 m/s^2$ - gia tốc trọng trường.

Tại cửa xả là nơi mở rộng đột ngột, có thể tính cột nước theo định luật Booc-đa :

$$h_{dm} = \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g} \quad \text{(VI-37)}$$

Áp dụng công thức (VI-37) có thể kết hợp tính toán với đo dạc thực tế (như đo tốc độ V_2 của sông có nhiều cửa xả nước trong mùa ngập lụt).

Hệ số tổn thất cục bộ ξ có thể tính cho trường hợp thu hẹp đột ngột (hình VI-9a)

$$\xi_{ch} = 0{,}05\left(1 - \frac{\omega}{\Omega}\right)^2 \quad \text{(VI-38)}$$

Trường hợp cửa xả :

$$\xi_{cx} = \left(1 - \frac{\omega}{\Omega}\right)^2 \quad \text{(VI-39)}$$

Trong đó ω, Ω, là diện tích mặt cắt. Khi Ω lớn so với ω thì $\xi_{cx} = 1$

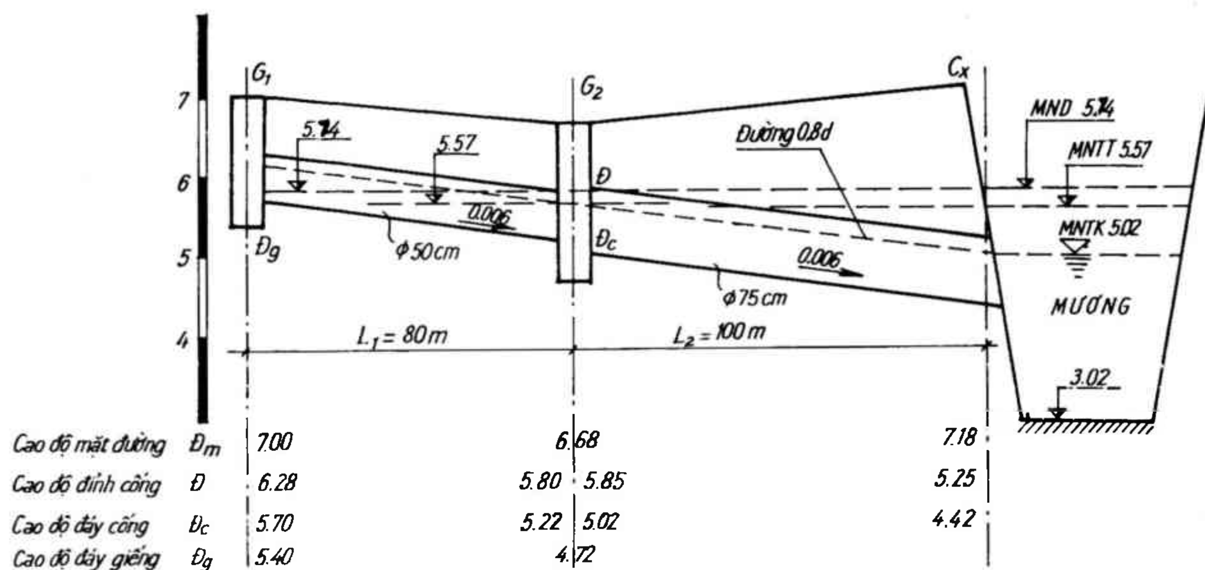
Bảng VI-9

Trị số ξ

Vị trí gây tổn thất cục bộ	ξ
- Cửa thu nước vào kênh mương	0,1
- Cửa thu nước vào ống gờ nhọn	0,5
- Cửa thu nước vào ống ở dưới mực nước	1,0
- Van khóa ở mức độ hở	
+ Hoàn toàn	0,5
+ 3/4	0,26
+ 1/2	2,06
- Van ngược chiều	5
- Khuỷu ống 90°, Φ 100-1000mm	0,39 - 0,5

Ví dụ VI-5 : Tính toán tổn thất và nước dềnh với sơ đồ cống hình VI-10. Trên cơ sở tính toán ở ví dụ VI-1, VI-2, VI-3, VI-4. Coi như cống ϕ500, ϕ750 được đặt theo nguyên tắc độ đầy h/d = 0,8 (đường nét đứt) và mực nước thiết kế (MNTK) = 5,02m ở cao độ cửa xả, cũng tương ứng độ đầy 0,8 của cống ϕ750.

Tại G_1, $\xi = 0{,}50$, $V_1 = 1{,}75$ m/s. Tổn thất cột nước :



Hình VI-10 : Mặt cắt dọc cống theo ví dụ VI-5

$$h_{t1} = 0,50 \times \frac{1,75^2}{2 \times 9,8} = 0,08\,m$$

Tại G_2, $\xi = 0,50$, $V_2 = 1,57$ m/s, có :

$$h_{t2} = 0,50 \times \frac{1,57^2}{2 \times 9,8} = 0,06m$$

Tổn thất tại cửa xả, $\xi = 1$, V = 0,75 m/s. (Tương ứng với kênh khi Q = 15 m^3/s)

$$h_{t3} = h_{dm} = \xi\,\frac{V^2}{2g} = 1 \times \frac{0,75^2}{2 \times 9,8} = 0,03m$$

Do mở rộng khu dân cư, mức nước dâng lên :

$$h_{t4} = 0,55m\ , \quad (MNTT = 5,02m + 0,55m = 5,57m)$$

Vậy tổn thất cột nước toàn bộ là :

$$h_t = h_{t1} + h_{t2} + h_{t3} + h_{t4} = 0,72m$$

Vậy cao độ nước dềnh từ cao độ thiết kế 5,02m là :

$$h_d = 5,02 + 0,72 = 5,74m$$

(Tính h_d đơn giản, coi mức nước dềnh bằng cột nước tổn thất)

Cao độ này ngập đến đỉnh cống ϕ750 ở G_2 và cống ϕ500 ở G_1 chỉ còn hở chiều cao là :

$$h' = 6,28 - 0,08 - 5,74 = 0,46m$$

(Trị số 0,08 là bề dày thành cống).

Như vậy, nguyên lí thoát nước cho lưu vực F_1, F_2 lúc này là chảy theo xi phông trong đoạn $G_1 - C_x$.

5. Đường kính tối thiểu và độ đầy tối đa

Người ta quy định đường kính tối thiểu tùy theo loại nước thải, phạm vi sử dụng là để tránh bị tắc cống, giảm bớt chi phí quản lí. Xem bảng VI-10.

Với cống thoát nước mưa ϕ300 (thường là bê tông M200 không cốt thép) chỉ để nối từ giếng thu hàm ếch sang giếng thăm. Với cống dọc vẫn tồn tại các loại ϕ500, φ600, ϕ750. Tốt nhất nên dùng ϕ750 khi xét đến điều kiện phải kiểm tra, thông cống tắc.

Độ đầy a = h/d, h/H được quy định thường < 1 để bảo đảm điều kiện chảy không áp của cống và còn để thông hơi, nhất là với cống nước thải sinh hoạt, loại nước bẩn. Riêng với cống thoát nước mưa, thoát nước chung thì được dùng h/d = 1 khi đạt lưu lượng tối đa. Xem bảng VI-11.

Bảng VI-10

Đường kính tối thiểu d_{min}

Phạm vi áp dụng	d_{min}, mm	Bề dày thành cống, mm
– Nước thải sinh hoạt trong nhà	150	30
– Nước thải sinh hoạt ngoài sân	200	50
– Cống thoát nước từ giếng thu sang giếng thăm	300	70
– Cống thoát nước dọc	500 – 750	80

Cấu tạo cống tròn bê tông cốt thép xem tập 1.

Bảng VI-11

Độ đầy tối đa h/d

Đường kính d, mm	h/d đối với nước thải	
	Sinh hoạt	Sản xuất
150 – 300	0,60	0,70
350 – 450	0,70	0,80
500 – 800	0,75	0,85
d . > 900	0,80	1,00

6. Tốc độ và độ dốc

Công thức $V = C\sqrt{R.i}$ thể hiện rõ tốc độ phụ thuộc vào độ dốc, bán kính thủy lực, độ nhám... Khi thiết kế mạng lưới thoát nước đô thị, tốc độ phải bảo đảm không lắng đọng, không xói lở, xói mòn. Nhưng khó khăn thường gặp nhất ở đô thị vùng đồng bằng là bảo đảm tốc độ không lắng (còn gọi là tốc độ tự làm sạch).

$$V > [Vkl] \quad \text{(VI-40)}$$

Để đạt yêu cầu trên, người ta quy định trị số tốc độ tối thiểu V_{min} trong bảng VI-12

Bảng VI-12

Tốc độ tối thiểu V_{min}

Đường kính cống d, (mm)	V_{min}, (m/s)
150 - 250	0,7
300 - 400	0,8
450 - 500	0,9
600 - 800	0,95
900 - 1200 và lớn hơn	1,25

Để đạt yêu cầu V_{min}, quy định độ dốc tối thiểu i_{min} theo bảng VI-13. Tuy vậy, do hạn chế cao độ địa hình, nhiều khi không đạt i_{min} thì phải tăng đường kính cống (d) lên. Theo công thức kinh nghiệm, độ dốc tối thiểu i_{min} tỉ lệ nghịch với đường kính d

$$i_{min} = 1/d \quad \text{(VI-41)}$$

Bảng VI-13

Độ dốc tối thiểu

d, mm	i_{min}	d, mm	i_{min}
150	0,007	700	0,0014
200	0,005	800	0,0012
300	0,003	900	0,0011
400	0,0025	1000	0,0010
500	0,002	1200	0,0005
600	0,0017		

7. Tính thủy lực bằng bảng số và toán đồ

Như đã nêu ở các phần trên, tương quan Q, ω, V, i, R ràng buộc lẫn nhau theo d, h/d, n. Khi tính toán thủy lực mới biết Q nên phải dùng phương pháp tính lặp, thử dần để xác định các yếu tố khác, rất mất thời gian. Hiện nay, do máy vi tính đã được ứng dụng rộng rãi nên khó khăn này có thể khắc phục được, thậm chí ưa dùng hơn là sử dụng toán đồ, bảng tính sẵn, vì chính xác hơn mà vẫn nhanh. Ở đây chỉ giới thiệu điển hình.

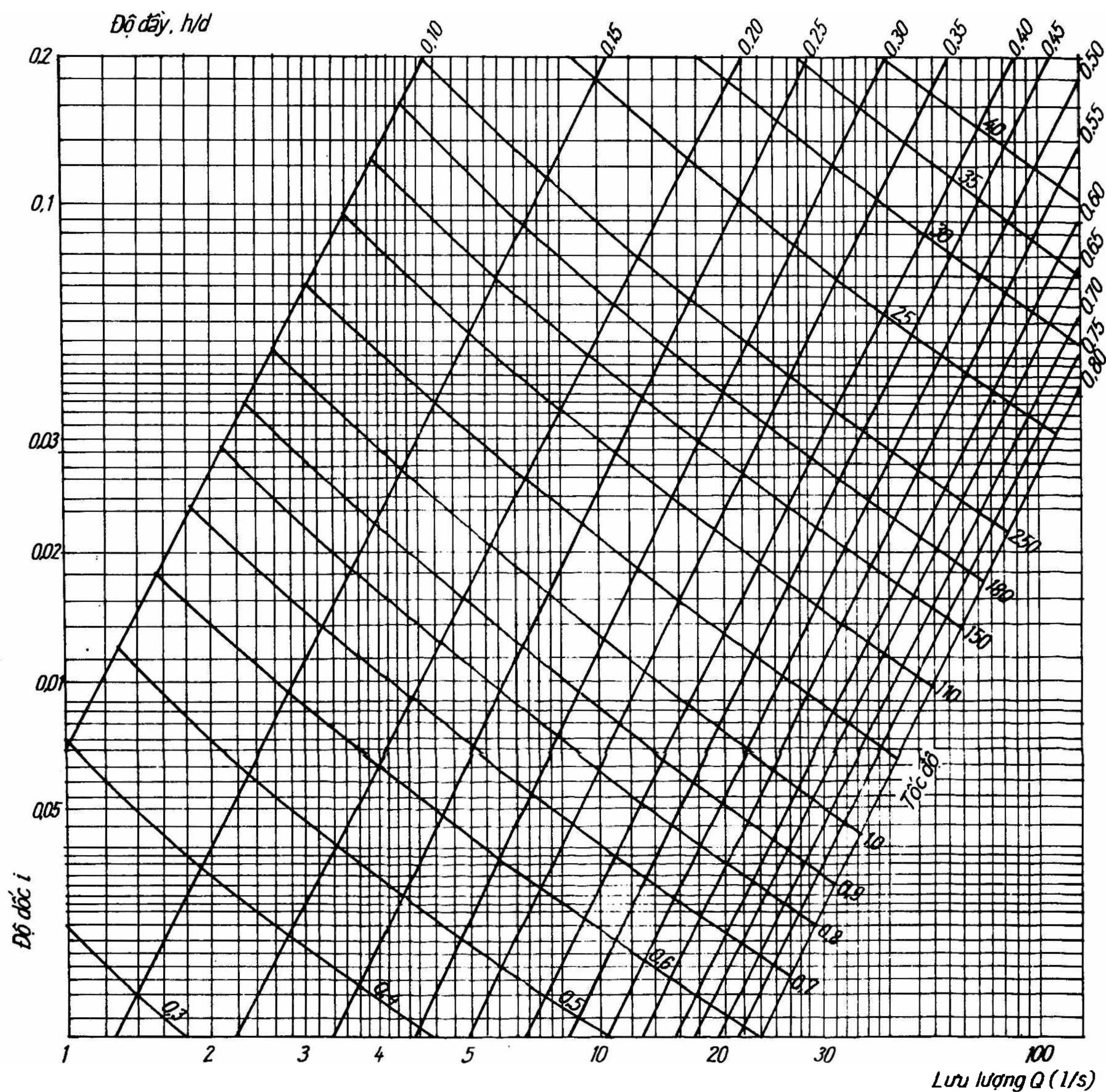
Trong các bảng số, ứng với mỗi đường kính d (hoặc kích thước kênh mương) và độ dốc i, được dẫn ra các thông số về Q, V, h/d. Ta lựa chọn 4 trong 5 yếu tố đó để xác định yếu tố còn lại.

Nguyên tắc cấu tạo của toán đồ như sau :

- Mỗi loại đường kính cống có 1 toán đồ
- Toán đồ thành lập trên tọa độ logarit
- Trên mỗi toán đồ (cho mỗi loại d) thể hiện 4 yếu tố liên quan Q, i, V và h/d

Khi cho trước 2 yếu tố sẽ tìm được 2 yếu tố khác.

Hình VI-11 giới thiệu điển hình toán đồ tính thủy lực cho cống d = 250mm.



Hình VI–11 : Toán đồ tính toán thủy lực cho cống thoát nước d = 250mm

Tiện lợi hơn cả là sử dụng đồ giải được lập trên tọa độ song song theo phương pháp "điểm vuốt phẳng" (hình VI–22).

Đồ giải hình VI–12 dùng để tính cống áp lực cũng như cống tự chảy.

Ví dụ : Kẻ đường thẳng từ điểm thước đo đường kính d = 300mm tới điểm trên thước đo độ dốc i = 0,0033. Tại điểm cắt với thước đo lưu lượng ta có q_o = 53 *l*/s, còn tại điểm cắt với thước đo vận tốc V_o = 0,74 m/s. Các giá trị này ứng với độ đầy h/d = 1. Để tính với độ đầy h/d = 0,6, trên đường cong lưu lượng (đồ thị phù trợ) ta lấy đoạn a' ứng với độ đầy 0,6 với dấu (–) và đặt lên phía trái thước đo lưu lượng tính từ điểm cắt (bởi vì lưu lượng nước chảy trong cống với độ đầy 0,6 nhỏ hơn độ đầy 1) và thu được lưu lượng thực tế là q = 36,5 *l*/s.

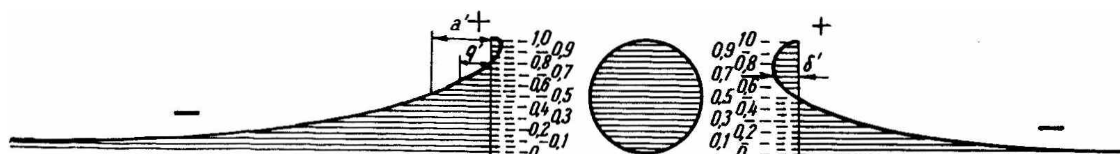
Tương tự như vậy ta điều chỉnh cho vận tốc nước chảy trong cống với độ đầy 0,6. Để làm việc này ta lấy đoạn δ' ứng với độ đầy 0,6 với dấu (+) và đặt lên thước đo tốc độ về phía phải tính từ điểm cắt V_o = 0,74 m/s (vì tốc độ nước chảy khi độ đầy > 0,5 lớn hơn độ đầy khi bằng 1). Kết quả ta có V = 0,82 m/s.

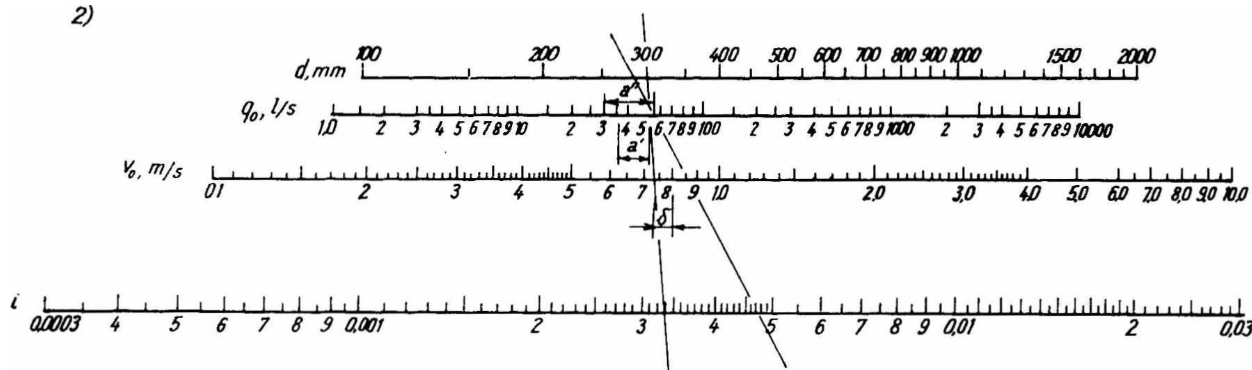
VI-5. THIẾT KẾ MẠNG LƯỚI THOÁT NƯỚC

Để đơn giản, ở đây giới thiệu những nét chính khi thiết kế mạng lưới thoát nước chung (gồm cả thoát nước mưa và nước thải sinh hoạt, như hình VI-1).

Với một khu phố, khu công trình, một đường phố... mạng lưới thoát nước ta đã làm quen qua các hình I-6, II-8, IV-8, V-6.

1)





1. Đồ thị dùng để điều chỉnh lưu lượng với độ đầy không hoàn toàn.
2. Cũng như vậy, nhưng dùng để điều chỉnh tốc độ.

Hình VI-12 : Đồ giải trên tọa độ song song, để tính cống tròn theo công thức N. N. Pavolôpxki (n = 0,0137)

1. Cơ cấu chung của mạng lưới thoát nước đô thị

Một mạng lưới thoát nước đô thị, thường gồm các "mảng" sau :

– Mạng lưới thoát nước nội bộ khu công trình (khu nhà ở tập thể, trường học, bệnh viện, cơ quan, nhà máy) ở 2 bên trục phố (hình V-6).

– Mạng lưới thoát nước riêng một đường phố. Thường thu nhận nước thải từng nhà tư nhân 2 bên phố và tiếp nhận thoát nước từ các khu công trình 2 bên (hình II-8).

Tập hợp 2 mảng thoát nước trên, bị chi phối bởi quy hoạch mạng lưới thoát nước chung toàn đô thị, thường bao gồm các dòng sông, kênh mương lớn chảy qua đô thị. Trên cơ sở quy hoạch xây dựng, cải tạo đô thị, địa hình, quy mô dân cư, khả năng thoát nước của từng con sông, kênh, mương... Các kĩ sư quy hoạch sẽ tính toán, quy định lưu vực thoát nước đổ về từng con sông, kênh, mương hoặc hồ. Đồng thời tính các trạm xử lí nước thải, trạm bơm chính...

Một kĩ sư thiết kế đường đô thị hoặc thoát nước đô thị, hoặc kiến trúc sư thiết kế một khu công trình, thường gặp các nội dung thiết kế như đã nêu ở hình II-8, IV-8, V-6. Với nội dung đó công tác thiết kế thoát nước thường là :

- Đề ra mạng lưới thoát nước, trên cơ sở mạng lưới đường nội bộ khu công trình, hoặc quy mô mặt cắt ngang thiết kế đường... (xem hình V-6)

- Xác định vị trí giếng thu, giếng thăm

- Xác định vị trí cửa xả. Cao độ mức nước cửa xả (xem hình I-6, V-1).

Cao độ mức nước thiết kế ở cửa xả thường chọn là cao độ nước ngập thường xuyên. Khi đặt cống, tốt nhất là đáy cống ngang cao độ này. Nhưng nếu khó khăn, có thể phải đặt đáy cống thấp hơn, tùy điều kiện cụ thể.

- Phân chia lưu vực, tính toán thủy lực, mặt cắt cống, cắt dọc cống... (Tham khảo hình II-6, V-6).

- Thiết kế chi tiết cấu tạo giếng thu - giếng thăm (xem hình II-4, II-5, IV-5, IV-6).

Thiết kế điển hình một số giếng thu, giếng thăm xem tài liệu [10] TKM06-80.

Chú ý định nghĩa thông dụng là :

+ Giếng thu (giếng thu hàm ếch) : là giếng thu nước mưa từ đan rãnh chảy vào. Thường đặt cạnh bó vỉa hè đường hoặc sân trong nhà...

+ Giếng thăm : là giếng đặt trên trục cống dọc thoát nước và thu nước chảy từ giếng thu hàm ếch vào, qua cống ϕ300mm.

Riêng với cống thoát nước thải sinh hoạt từ nhà ra (như nước tắm giặt từ các tầng nhà đổ xuống, nước từ các bể xí tự hoại sau khi lắng - lọc chảy ra ngoài), theo các ống cống ϕ150, ϕ200mm, giếng đầu tiên cũng gọi là "giếng thu", hoặc "hố thu".

Trong cơ cấu chung mạng lưới thoát nước đô thị, tùy yêu cầu với từng công trình, có khi còn có thiết kế trạm bơm, trạm xử lí nước thải, cửa phai tưới tiêu thủy nông...

2. Tiêu chuẩn thiết kế chính mạng lưới thoát nước

Tham khảo "Quy phạm kĩ thuật thiết kế đường phố, đường, quảng trường đô thị" 20 TCN 104-83. Các tiêu chuẩn thiết kế mạng lưới thoát nước chính như sau :

1- Chiều dài chảy tự do của dòng nước mưa theo rãnh dọc đường, đường phố tính từ điểm phân thủy tới giếng thu nước đầu tiên không vượt quá trị số sau :

- Khi độ dốc nhỏ hơn 5‰ là 100m
- Khi độ dốc dọc bằng và lớn hơn 5‰ là 200m
- Trên đường qua vùng công viên là 300m

2- Khoảng cách thường bố trí giếng thu nước mưa cho ở bảng VI-14

Bảng VI-14

Khoảng cách bố trí các giếng thu nước mưa

Độ dốc đường phố (‰)	Khoảng cách (m)
Dưới 5	50
Trên 5 đến 6	60
Trên 6 đến 10	70
Trên 10 đến 30	80
Trên 30	60

3- Loại giếng thu trực tiếp hoặc gián tiếp (kiểu hàm ếch) nên cấu tạo có lưới chắn rác.

Chắn song lưới chắn rác đặt thấp hơn mép rãnh dọc là 2 - 3cm.

4- Đường kính cống nối (từ giếng thu về giếng thăm) thường là 300mm. Độ dốc ống nối nên lấy 20 - 50‰ tối thiểu 5‰

5- Không nên nối liên tiếp nhiều hơn 2 giếng thu bằng 1 ống nối.

Ống dẫn nước từ trong nhà ra và rãnh ngầm đặt nông ở dưới hè đường được đổ trực tiếp vào giếng thu.

Không cho phép nối cống trong nhà, cống nội bộ tiểu khu và rãnh ngầm đặt sâu (rãnh hạ nước ngầm) đổ trực tiếp vào giếng thu.

6- Giếng thăm đặt ở các vị trí thay đổi về hướng tuyến, thay đổi đường kính ống, thay đổi độ dốc, ở vị trí có cống nối đổ vào cống dọc, vị trí có bậc nước, vị trí giao nhau với công trình ngầm khác và tại cửa xả vào hè theo kiểu chảy ngập.

7- Khi tăng đường kính của đoạn cống hạ lưu thì chỗ nối tiếp của ống cống tại giếng thăm bố trí như sau :

- Thông thường đỉnh cống hạ lưu trùng đỉnh cống thượng lưu
- Khi độ dốc nhỏ thì nối trục cống hạ lưu trùng trục cống thượng lưu
- Cá biệt cho phép nối đáy cống hạ lưu trùng đáy cống thượng lưu

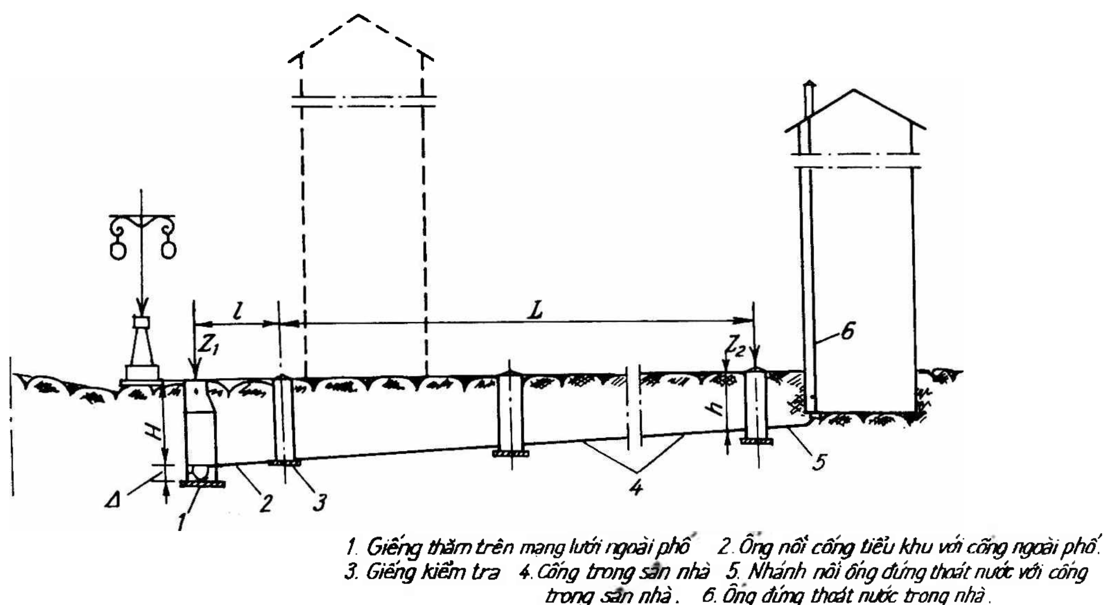
3. Quan hệ cao độ giữa mạng lưới thoát nước và đường

Như đã nêu ở chương II, IV, V cao độ mạng lưới thoát nước mưa liên hệ chặt chẽ với cao độ đường qua bản vẽ san nền chiếu đứng.

Từ bản vẽ san nền chiếu đứng, xác định cao độ nắp giếng thu, giếng thăm ở hè, mặt đường.

Từ hệ thống cao độ đặt cống dọc, xác định các cao độ cống ở giếng thu, giếng thăm. Lập bảng thống kê như đã nêu ở bảng IV-1, IV-2.

Khi xác định cao độ cống thoát nước, cần chú ý xác định độ sâu chôn cống đầu tiên liên quan đến các khu nhà lân cận. Xem hình VI-13.



Hình VI–13 : Sơ đồ xác định độ sâu chôn cống đầu tiên

VI–6. LẬP CHƯƠNG TRÌNH PHẦN MỀM TÍNH TOÁN THOÁT NƯỚC

Như đã nêu ở mục VI–4, VI–5, tính toán thủy lực thoát nước đô thị là tính cho cả một mạng lưới với nhiều tuyến cống và các "nút" là giếng thu – giếng thăm rất phức tạp, nên cần xây dựng các phần mềm tính toán trên máy vi tính. Trong đó, trước hết là xây dựng các mô hình tính toán, dựa trên các thông số cơ bản như : lượng mưa, mặt phủ, địa hình, địa chất, thủy văn, mật độ dân số, tiêu chuẩn cấp, thoát nước...

Từ những năm 1960 – 1970, các nước như Anh, Mỹ, Hà Lan, Đức, Canada đã nghiên cứu và phát triển vấn đề này rất mạnh. Như ở Anh hiện nay, trên cơ sở mô hình TRRL (The Transport and Road Research Laboratory), Wallingford Procedures đã xây dựng chương trình phần mềm WSSP, WALLRUS, SPID, HYDROWORK. Trong đó phần mềm WALLRUS (Version 1.5) là phần mềm mạnh nhất được viết vào năm 1993, có thể tính toán cho 200 – 400 nút bằng máy tính thông thường.

Ở Việt Nam, xây dựng mô hình như thế nào để lập chương trình tính phù hợp với các thông số cơ bản của Việt Nam là vấn đề cần nghiên cứu, để việc tính toán thoát nước đô thị được nhanh chóng, hợp lí.

Chương VII

THIẾT KẾ NÚT GIAO THÔNG

VII-1. KHÁI QUÁT CHUNG

1. Định nghĩa - Phân loại

Nút giao thông là vùng có hai hoặc nhiều hơn hai đường cắt nhau, ở đó các dòng xe tiếp tục chạy thẳng hoặc rẽ trái, rẽ phải.

Nút giao thông thường gặp và nên dùng là ngã ba, ngã tư. Các loại khác như ngã năm, ngã sáu không khuyến khích dùng.

Theo tương quan cao độ, chia làm 2 loại chính :

- Nút giao thông cùng cao độ, gọi tắt là giao nhau cùng mức.
- Nút giao thông khác cao độ, Việt Nam quen gọi là giao nhau khác mức.

Tuy vậy, nút giao thông khác cao độ có 2 loại, tác giả dùng thuật ngữ phân biệt như sau :

+ Giao nhau khác mức không có đường dốc chuyển dòng xe rẽ trái, rẽ phải (như một ngã tư, chỉ có xe chạy thẳng), gọi tắt là "giao cắt khác mức", (Grade separations).

+ Giao nhau khác mức có đường dốc chuyển dòng xe rẽ trái, rẽ phải. Gọi tắt là "giao nhau khác mức" (Interchanges).

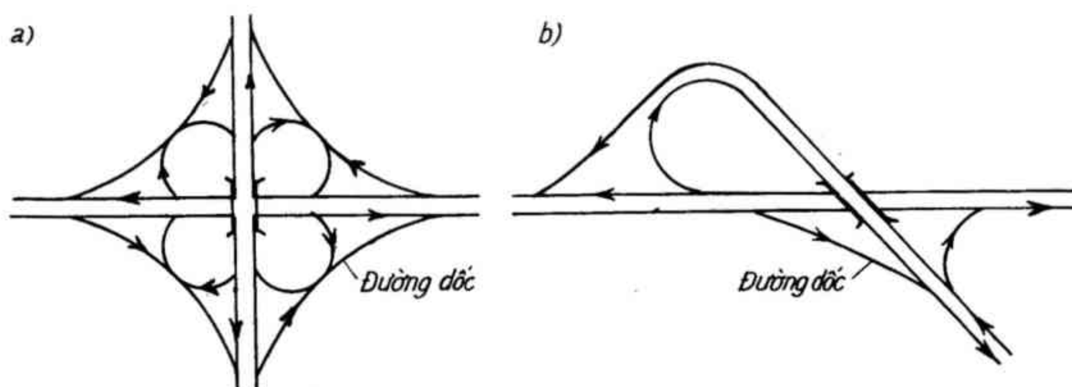
Theo bước đầu tư, thời điểm xây dựng, thiết kế nút giao nhau có các trường hợp sau :

- Nút giao nhau hoàn toàn mới, nằm trong quy hoạch xây dựng mới cả đường đang thiết kế và đường cắt ngang qua.
- Nút giao nhau của tuyến đường mới gặp đường ngang qua đã xây dựng từ lâu.
- Nút giao nhau của đường cải tạo, nâng cấp, đường cắt ngang qua đã có.

Thực tế ít gặp trường hợp nút giao nhau hoàn toàn mới. Ở Việt Nam, ngay một đường phố trục chính, bước 1 thường tập trung vốn cho xây dựng đường, cầu cống. Đầu tư để thiết kế - thi công các nút giao thông chính, quan trọng, phức tạp lại để sau một thời gian nào đấy. Chỉ như vậy, việc thiết kế - thi công nút giao nhau đã có tính chất "cải tạo", khá phức tạp.

Nút giao nhau khác mức ở Việt Nam có rất ít. Ở Hà Nội, quy hoạch mạng lưới giao thông đến năm 2010 sẽ xây dựng 38 nút giao nhau khác mức. Bước đầu có 5 nút đang được nghiên cứu thiết kế - thi công là :

- Nút Mai Dịch (hình 1a) gồm ngã tư đường 32 (Sơn Tây - Cửa Nam) và đường vành đai 3 (Thăng Long - Chương Dương).
- Nút Pháp Vân : gồm ngã tư Cửa Nam - Văn Điển và vành đai 3 (Pháp Vân)
- Nút Chèm (hình 1b) nằm trên ngã ba Thăng Long - Bưởi - Hùng Vương
- Nút cảng Khuyến Lương (hình 1b) giao cắt giữa đường vành đai 3 và đường từ Hồ Gươm đi cảng Khuyến Lương.
- Nút Quốc lộ 5 (hình 1a) tại khu vực Sài Đồng.



Hình VII–1 : Nút giao nhau khác mức sẽ xây dựng tại Hà Nội
1a) Hình hoa thị 4 cánh ; 1b) Hình hoa thị khuyết.

2. Cơ sở thiết kế, yêu cầu chung

– Cơ sở thiết kế đầu tiên và quan trọng nhất là lưu lượng xe chạy theo từng luồng giao thông tới nút hiện tại và tương lai.

Bằng cách tổ chức đo đếm xe hiện tại, xác định công bội tăng xe ở từng tuyến đường giao nhau, xác định lưu lượng xe chạy để thiết kế cho từng luồng xe chạy như thí dụ hình VII–2 ở một ngã tư (có 12 luồng xe) và một ngã ba (có 6 luồng xe).

– Xác định dùng loại nút giao nhau nào là một bài toán kinh tế phức tạp dựa trên hiệu quả tiết kiệm thời gian xe chạy, hệ số an toàn, hệ số tai nạn, tiết kiệm đất đai... Sơ bộ có thể tham khảo kiến nghị của Bapkov và Pucker trên hình VII–3.

– Yêu cầu chung khi thiết kế nút giao nhau là :

Bảo đảm xe chạy an toàn, êm thuận với phương hướng : giảm số lượng nút giao cắt, chuyển giao cắt thành giao tiếp, đơn giản mạch lạc.

Thí dụ hình VII–2 : ngã tư có 16 giao cắt, 16 giao tiếp ; ngã ba có 3 giao cắt, 6 giao tiếp. Nếu ta bố trí đảo giao thông hình xuyến như hình VII–4 sẽ chuyển các điểm giao cắt thành giao tiếp, không còn các điểm giao cắt nữa mà chỉ còn các điểm tách, nhập và đoạn trộn dòng xe. Đây là loại giao nhau cùng mức tương đối hoàn thiện nhất nhưng có nhược điểm là hành trình dài.

Nút giao thông phải thiết kế sao cho tiết kiệm đất đai, dễ đầu tư phân kì.

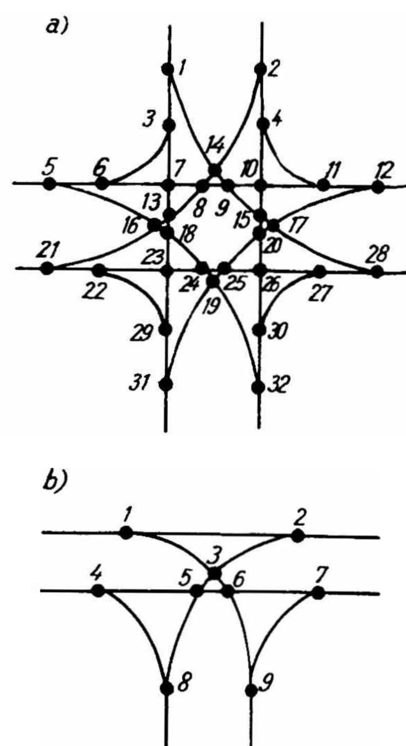
Với đường đô thị, chú ý kết hợp kiến trúc tạo điểm nhấn và bảo đảm tầm nhìn (cao độ, độ lớn tượng đài, cao độ cây xanh phải đẹp và không cản trở tầm nhìn lái xe).

Theo AASHTO, có 4 yếu tố cơ bản cần xem xét khi thiết kế nút giao thông cùng mức là :

1. Yếu tố con người

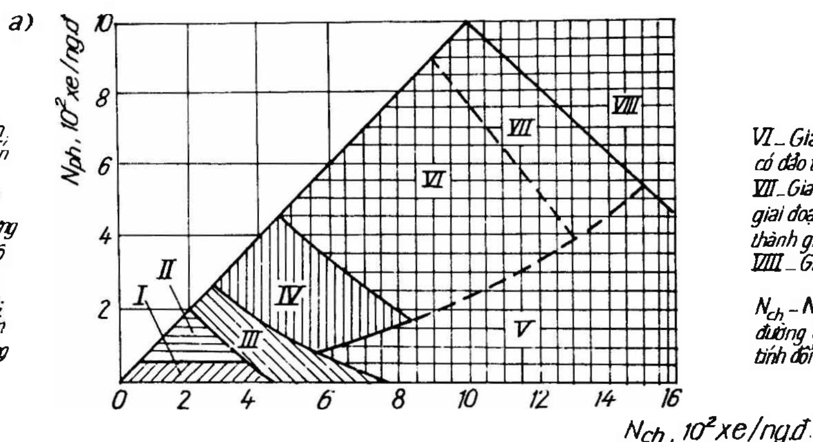
– Thói quen của người lái xe.

– Khả năng quyết định.



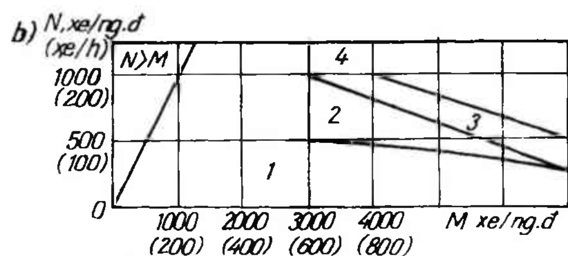
Hình VII–2 : Xác định xe chạy cho từng luồng xe ở ngã tư và ngã ba
a) Ngã tư : có 12 luồng xe, 16 giao cắt, 16 giao tiếp ;
b) Ngã ba : có 6 luồng xe, 3 giao cắt, 6 giao tiếp.

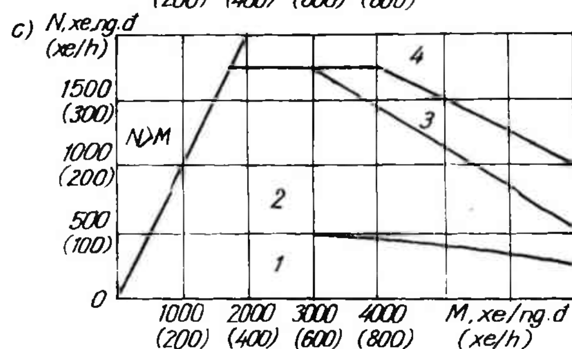
I – Giao cùng mức đơn giản.
II – Có phân luồng và đảo dẫn hướng trên đường phụ;
III – Có phân luồng và đảo dẫn hướng trên đường chính và đường phụ, có dải chuyển tiếp tốc độ trên đường chính.
IV – Giao nhau hình vòng xuyến;
V – Giao nhau hình vòng xuyến có ưu tiên cho hướng có lưu lượng xe lớn;



VI – Giao nhau hình vòng xuyến có đảo trung tâm đường kính nhỏ.
VII – Giao nhau hình vòng xuyến giai đoạn 1 của cải tạo nâng cấp thành giao nhau khác mức.
VIII – Giao nhau khác mức.

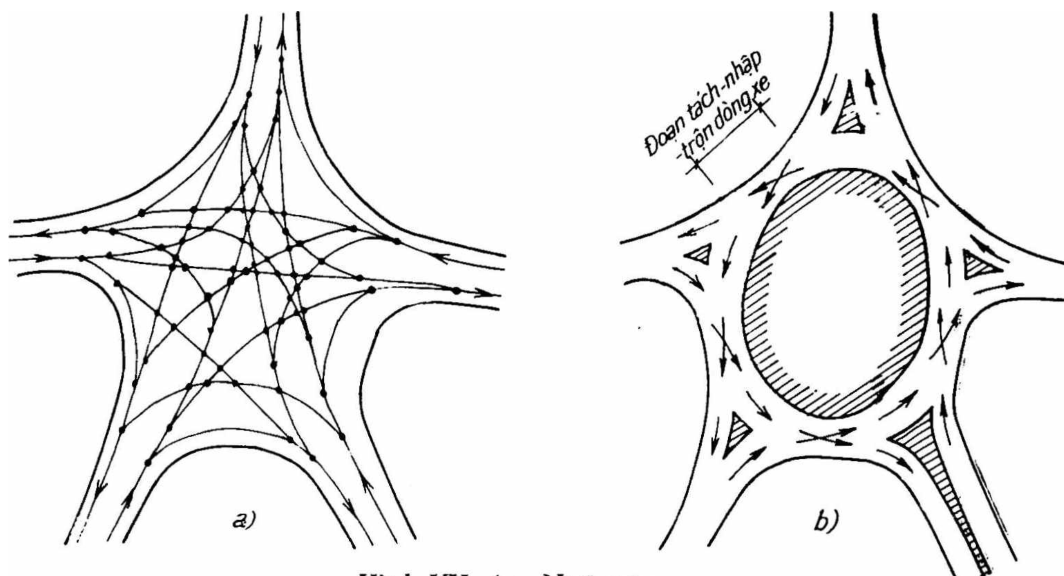
N_{ch} – N_{ph} – Lưu lượng xe trên đường chính, đường phụ (10^2 xe/ngđ) tính đổi ra xe con.





1. Giao nhau cùng mức đơn giản; 2. Có phân luồng và đảo dẫn hướng trên đường phụ.
3. Có phân luồng và đảo dẫn hướng trên đường chính và đường phụ, có dải chuyển tiếp tốc độ.
4. Giao nhau khác mức.
b) Điều kiện bất lợi.
c) Điều kiện thuận lợi.

Hình VII–3 : *Giới hạn sử dụng các loại nút giao nhau*



Hình VII–4 : *Ngã năm*

a) Không có đảo giao thông, có 20 luồng giao thông, 46 giao cắt, 30 giao tiếp ; b) Có đảo giao thông.

- Tình trạng mong đợi của người lái xe.
- Thời gian phản ứng và quyết định xử lí của lái xe.
- Sự hòa nhập với dòng vận chuyển theo từng đoạn.
- Đường bộ hành và thói quen.

2. Điều kiện giao thông

- Năng lực giao thông hiện tại và thiết kế.
- Giờ thiết kế cho chuyển động ở nút giao nhau.
- Loại xe thiết kế, kích thước, đặc tính.
- Sự thay đổi hướng chạy xe (đổi chiều, tách – nhập dòng xe, cắt ngang...).
- Tốc độ xe.
- Các vận chuyển liên quan (như xe buýt, bến xe).
- Kinh nghiệm về tai nạn giao thông.

3. Yếu tố vật lí

- Đặc tính và sử dụng các yếu tố tiếp giáp
- Các yếu tố theo chiều đứng ở nút giao nhau
- Tầm nhìn
- Góc giao nhau
- Vùng xung đột
- Làn xe chuyển đổi tốc độ
- Các yếu tố hình học
- Phương tiện điều khiển giao thông
- Thiết bị chiếu sáng
- Các cấu tạo an toàn
- Giao thông xe đạp

4. Yếu tố kinh tế

- Giá thành xây dựng, cải tạo nút giao thông
- Ảnh hưởng của giới hạn đường đỏ ở nút giao nhau khi tiếp giáp với khu dân cư, thương mại buộc phải thu hẹp lại hoặc xe chạy bị cản trở.
- Mức tiêu hao nhiên liệu.

Qua các yếu tố trên của AASHTO, ta thấy vấn đề quan tâm đầu tiên là con người : thói quen, năng lực, tâm lí của lái xe, bộ hành, kinh nghiệm về tai nạn. Đó là những vấn đề khá "trừu tượng" mà ở Việt Nam chúng ta cần quan tâm nghiên cứu qua thống kê, phân tích xử lí số liệu về tai nạn giao thông một cách khoa học.

Thí dụ : Số vụ tai nạn tính cho 1000 xe ôtô là :

	Chết	Bị thương
Pháp	0,6	14
Anh	0,7	35
Thụy Điển	1,4	39
Bỉ	0,8	57
Ý	1,3	29
Úc	1,5	54
Việt Nam	13,6	52

Thời gian xảy ra tai nạn nhiều nhất trong một ngày ở Hà Nội là 7 – 8 giờ sáng, Thành phố Hồ Chí Minh 12 – 13 giờ trưa.

VII-2. CÁC DẠNG ĐIỂN HÌNH VÀ THÍ DỤ NÚT GIAO NHAU CÙNG MỨC

1. Ngã ba

Ngã ba điển hình thể hiện trên hình VII-5, VII-6 và VII-7 đến VII-10. Đặc tính chung đã nêu ở hình VII-2B.

Để giảm bớt nguy hiểm gây bởi xe rẽ trái, rẽ phải, ở ngã ba thêm làn xe phụ trợ như hình VII-7, VII-8.

Hình VII-7 dùng khi dòng xe rẽ phải là chủ yếu, rẽ trái là thứ yếu.

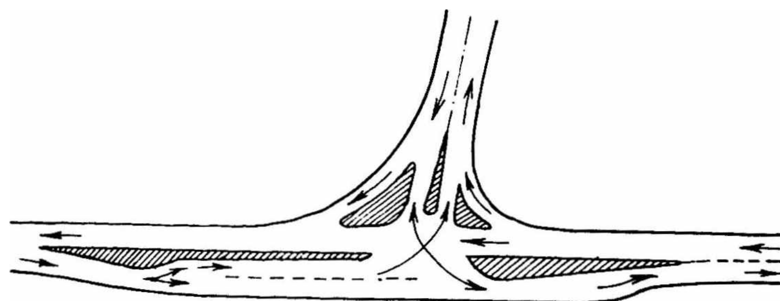
Hình VII-8A dùng khi dòng xe rẽ trái 2 và chạy thẳng 5 là chủ yếu, dòng xe rẽ phải 1 là thứ yếu. Việc mở rộng làn xe về phía phải cho dòng xe 5 chạy thẳng có tác dụng trợ giúp xe chạy thẳng tốc độ nhanh vượt dòng xe rẽ trái đang phải chạy chậm lại.

Hình VII-8B dùng khi đường có 2 làn xe có thể bị ùn tắc bởi đèn điều khiển giao thông (tức là lúc có đèn đỏ xe phải dừng lại nhiều).

Khi điều kiện địa hình cho phép, tốt nhất là mở rộng kết hợp các đảo dẫn hướng như hình VII-5.

Mở rộng làn xe và đảo dẫn hướng có thể làm cho 1 hoặc 2 dòng xe chủ yếu như hình VII-9, VII-10.

Hình VII-6 tương tự hình VII-8B nhưng có đảo dẫn hướng và đèn điều khiển giao thông, trong đó dòng xe rẽ trái 2 được bố trí trong một dải phân cách riêng.



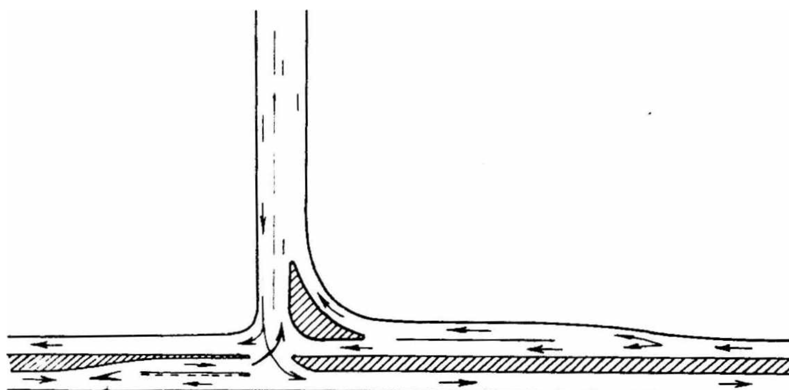
Hình VII-5 : Ngã ba có đảo dẫn hướng

2. Ngã tư

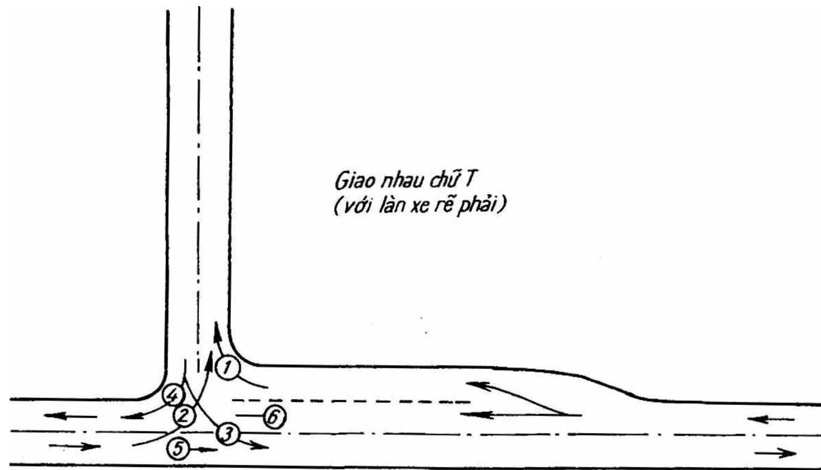
Đặc tính chung ngã tư đã nêu ở hình VII-2A.

Ngã tư có đảo dẫn hướng đơn giản như hình VII-11, VII-12.

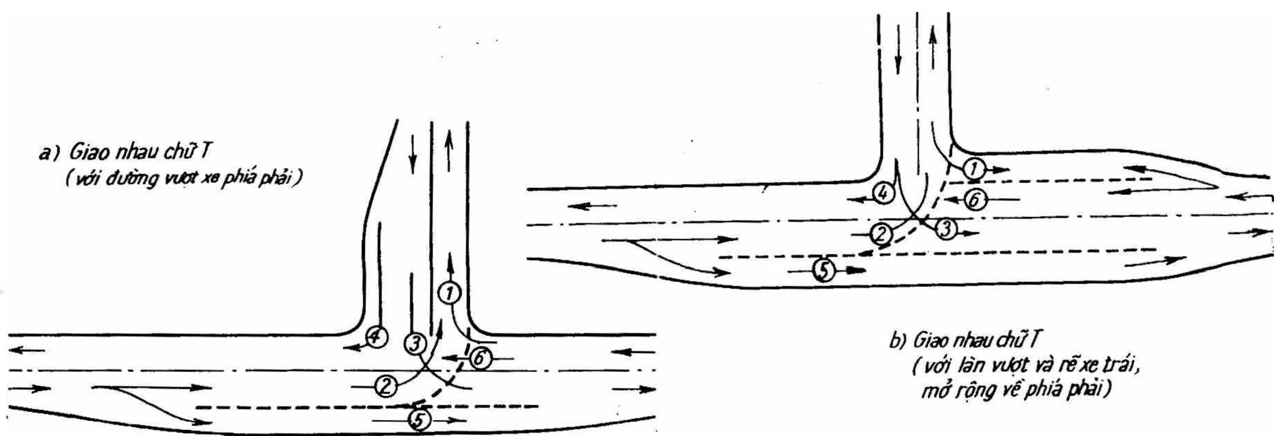
Hình VII-11B là ngã tư có góc giao nhau xiên chéo, xe có đường rẽ phải trước ngã tư, còn rẽ trái theo góc tù (> 90°) nên thuận lợi, vì vậy sự lúng túng khi qua ngã tư bị loại bỏ. Nói chung, loại ngã tư này nên mở rộng một hoặc cả hai chiều đường để giảm bớt góc xiên chéo.



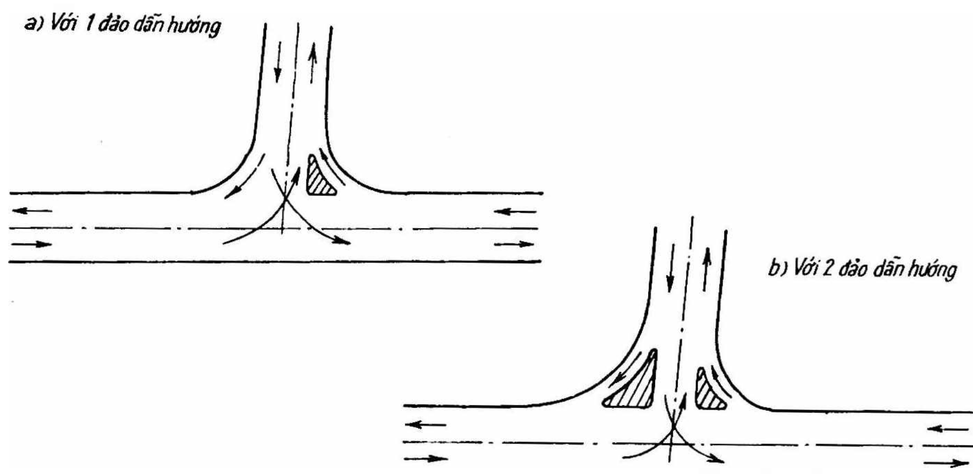
Hình VII-6 : Ngã ba có đảo dẫn hướng và làn đỗ xe cho xe chờ rẽ trái



Hình VII–7 : *Ngã ba – Xe rẽ phải là chủ yếu*



Hình VII–8 : *Ngã ba – Mở rộng làn phía phải cho xe chạy thẳng và xe rẽ trái*



Hình VII–9 : *Ngã ba có đảo dẫn hướng cho 1 – 2 dòng xe chủ yếu*

Hình VII-12B là ngã tư có đảo dẫn hướng, tương tự có thể áp dụng như hình VII-12C.

Hình VII-13A là ngã tư dùng khi có một chiều xe rẽ phải chính (1) được tách dòng bằng đảo dẫn hướng, kết hợp với chiều xe rẽ trái chính (2) được mở rộng làn cho ít nhất một dãy xe du lịch đủ chỗ đỗ để chờ rẽ trái. Các chiều rẽ khác chỉ là thứ yếu.

Hình VII-13B dùng cho đường tốc độ cao giao nhau với đường thứ yếu. Cách lí giải tương tự như đã nêu ở hình VII-13A. Ngã tư này thường cần có đèn điều khiển giao thông thích hợp.

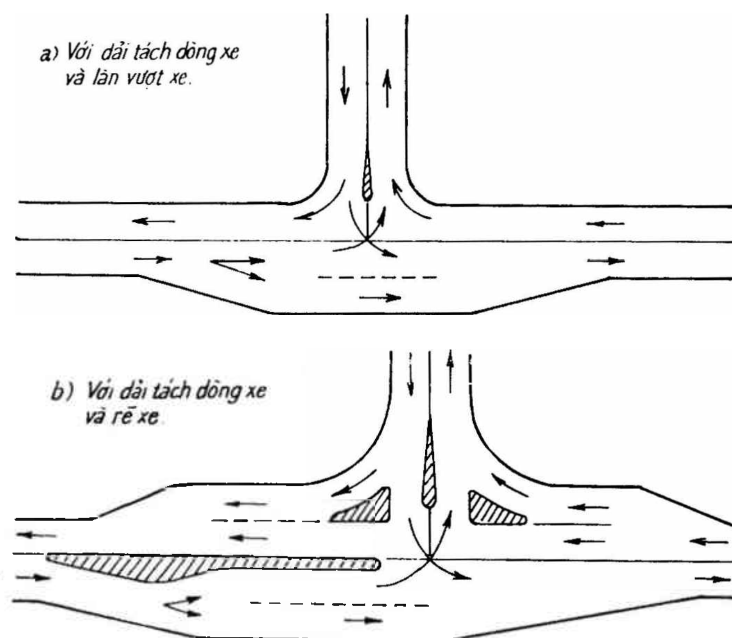
Hình VI-14A thiết kế cho 2 làn xe rẽ trái, kết hợp dùng đèn hiệu. Dải mở rộng đủ cho 2 làn xe rẽ trái được phân cách bằng dải phân cách hoặc dấu hiệu trên đường, hoặc mặt đường có màu khác nhau.

Hình VII-14B thiết kế cho trường hợp một góc có xe rẽ phải và rẽ trái lưu lượng lớn, tạo thành ba góc giao nhau. Kích thước tam giác này nên có chiều dài tối thiểu 200ft (60m), nên dùng > 300ft (90m). Trường hợp này cũng dùng khi có nhiều xe tải nặng rẽ phải, rẽ trái ở một góc.

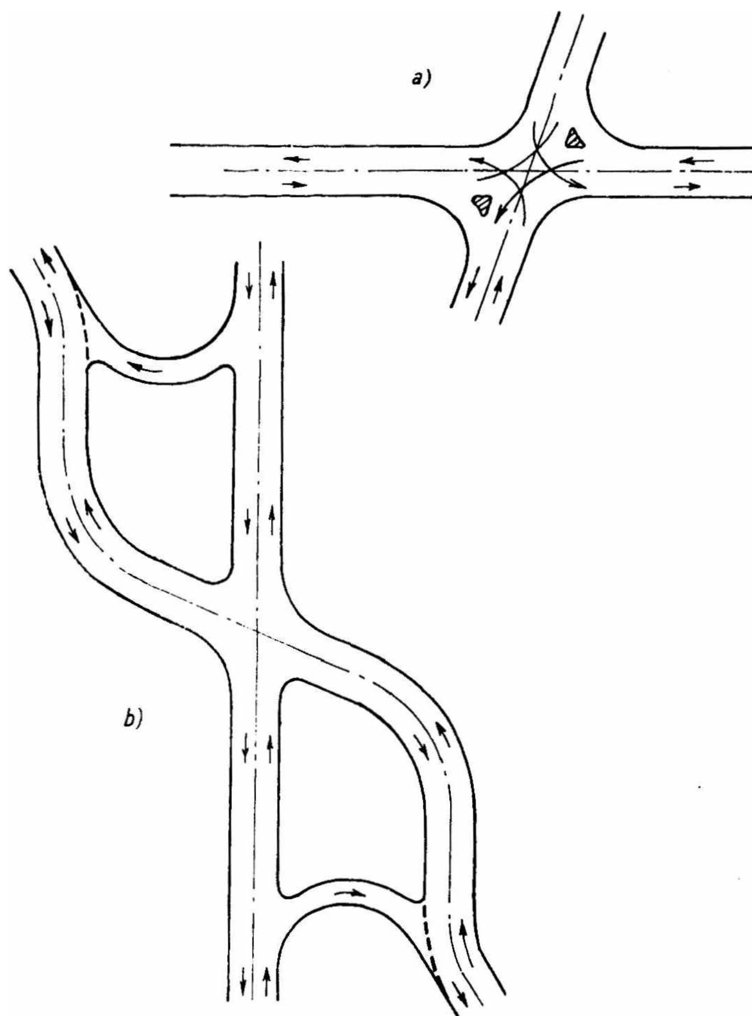
3. Nút giao nhau nhiều nhánh

Nút giao nhau nhiều nhánh như ngã năm, ngã sáu, ngã bảy... phổ thông nhất là dùng đảo giao nhau hình xuyến (xem hình VII-4).

Với ngã năm, có thể chuyển thành 1 ngã tư và một ngã ba. Ngã sáu chuyển thành 2 ngã tư (xem hình VII-15).



Hình VII-10 : Ngã ba mở rộng làn cho xe chạy thẳng và rẽ phải



Hình VII-11 : Ngã tư góc xiên chéo

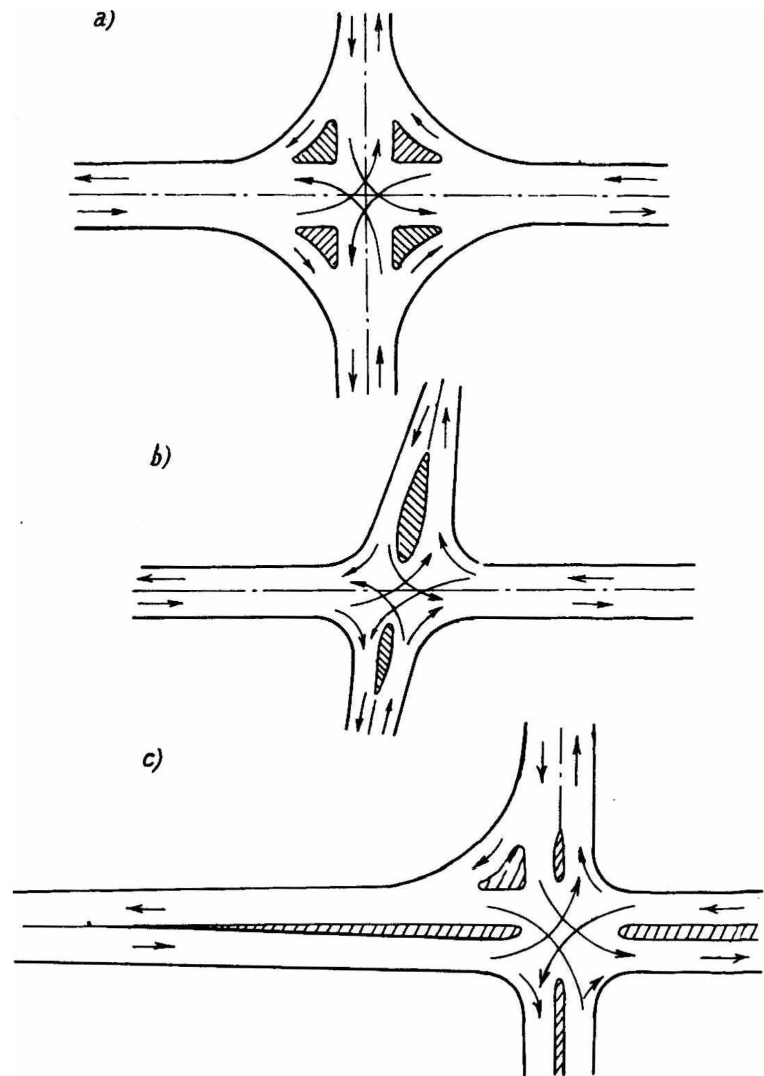
VII-3. THIẾT KẾ NÚT GIAO NHAU CÙNG MỨC

1. Cơ sở thiết kế

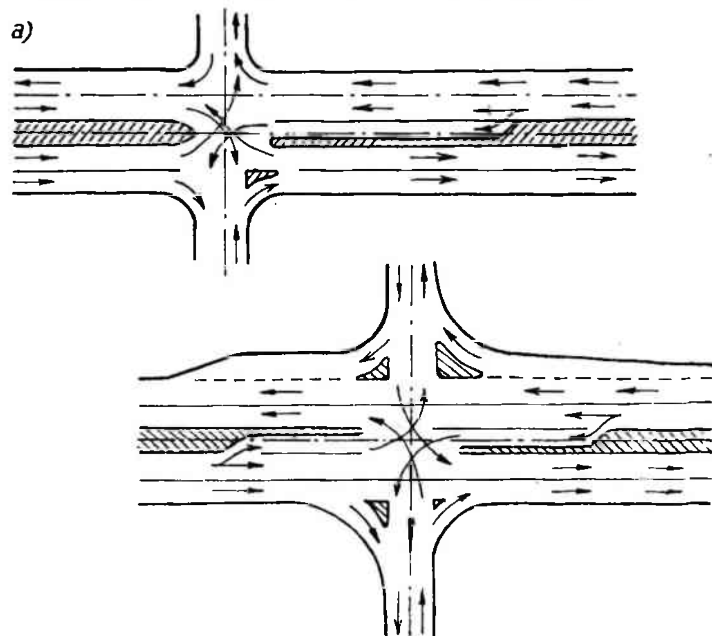
Khi thiết kế nút giao nhau cùng mức, phải xem xét nhiều yếu tố, nhưng yếu tố chính cần xem xét trước hết là :

- Lưu lượng xe giờ thiết kế
- Đặc tính và sự kết hợp dòng xe chạy
- Tốc độ thiết kế

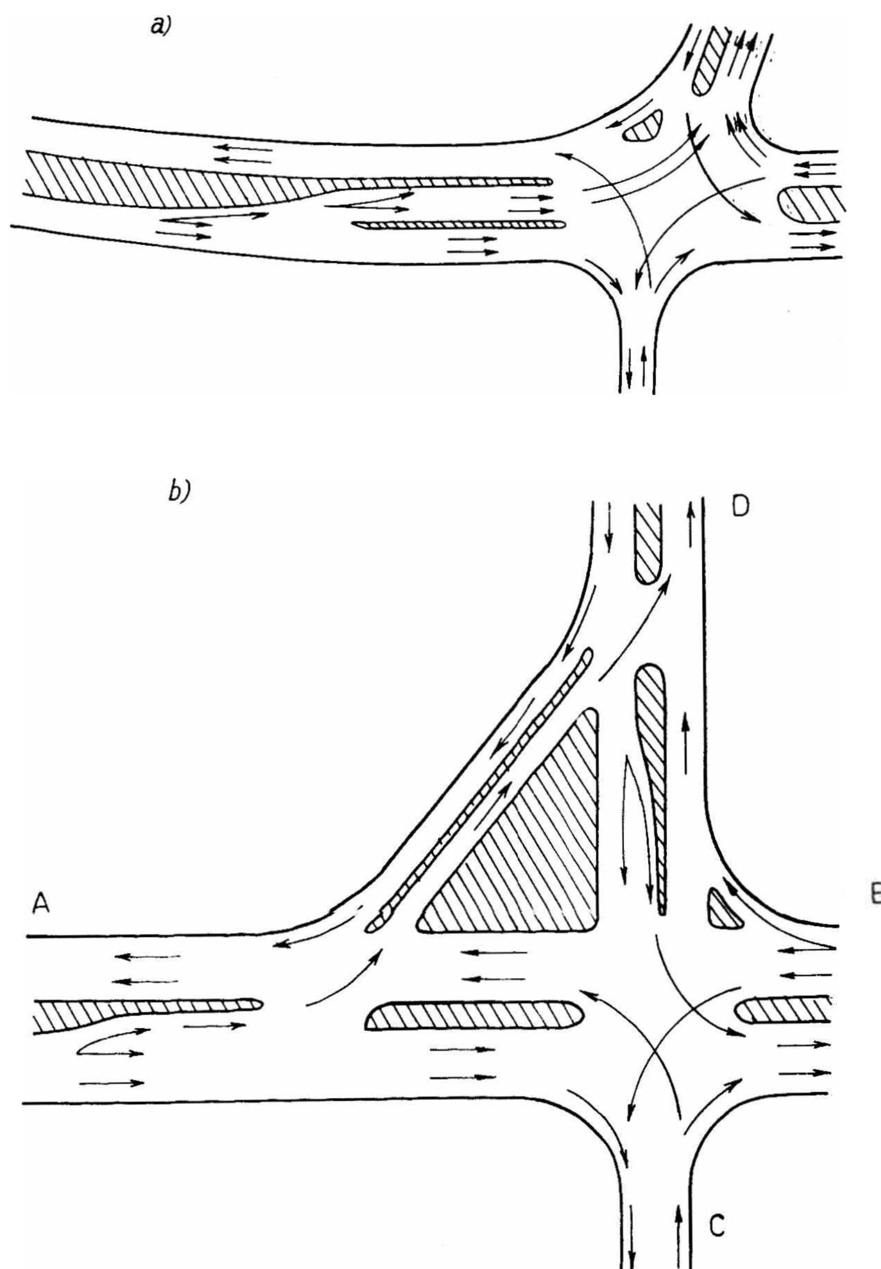
Trong đó, đặc tính dòng xe chạy (như rẽ trái, rẽ phải, có nhiều xe tải v.v. ..) và tốc độ thiết kế ảnh hưởng chính đến nhiều yếu tố hình học khi thiết kế. Việc chọn kiểu nút giao nhau không khó, quan trọng nhất là phải có cơ sở số liệu về lưu lượng xe - giờ theo từng dòng xe chạy để thiết kế nút giao nhau. Như hình VII-2, với ngã tư ta phải có số liệu lưu lượng xe của 12 luồng xe chạy, trong đó quan tâm nhất là lưu lượng xe rẽ trái. Để có số liệu này, ta phải tổ chức đếm xe và lập bảng tổng hợp tương tự như bảng VII-1. Số liệu ghi trong bảng là lưu lượng xe thiết kế tương lai, còn thực tế khi đếm xe, theo từng chiều xe chạy phải đếm cụ thể từng loại xe như : xe du lịch, xe tải nhẹ, xe tải nặng, xe có rơmoóc... Từ đó chuyển đổi về xe thiết kế, xác định công bội tăng xe... Ở đây không hướng dẫn chi tiết việc làm này. Ở Việt Nam, lưu lượng xe thiết kế thường đổi về xe du lịch, nhưng ở chỗ giao nhau cần dùng kích thước xe buýt, xe có rơmoóc (nếu có) để kiểm tra thêm yếu tố hình học của nút.



Hình VII-12 : Ngã tư có đảo dẫn hướng



Hình VII-13 : Ngã tư có dải đỗ xe chờ rẽ trái



Hình VII–14 : Ngã tư đặc biệt

Bảng VII-1

Bảng tổng hợp lưu lượng xe

- Tên nút giao nhau :	Ngã tư X *(Hình VII-14)*
- Đường thiết kế :	Đường CD
- Đường giao nhau hiện có :	Đường AB
- Giờ xe thiết kế :	7 - 8 giờ sáng
- Xe thiết kế :	Xe du lịch P
- Xe kiểm tra :	Xe buýt và xe có rơmoóc WB50

Đi \ Đến	A	B	C	D	Cộng 2 chiều
A	–	420	1920	(250)	2590 + 1990
B	450	–	(320)	510	1280 + 960
C	(1320)	400	–	1050	2770 + 3450
D	220	(140)	1210	–	1570 + 1810
Xe ra khỏi ngã tư	1990	960	3450	1810	

Ghi chú :

- Số khoanh tròn là xe rẽ trái, số gạch dưới là xe chạy thẳng, còn lại là xe rẽ phải.

- Cột cộng 2 chiều là lưu lượng xe chạy tới ngã tư và ra khỏi ngã tư ở mặt cắt trước nút giao nhau.

Thí dụ phố A : xe chạy tới ngã tư là 420 + 1920 + 250 = 2590, xe ra khỏi ngã tư là 450 + 220 + 1320 = 1990. Như vậy, tổng số cột dọc A, B, C, D cho ta trị số xe ra khỏi ngã tư.

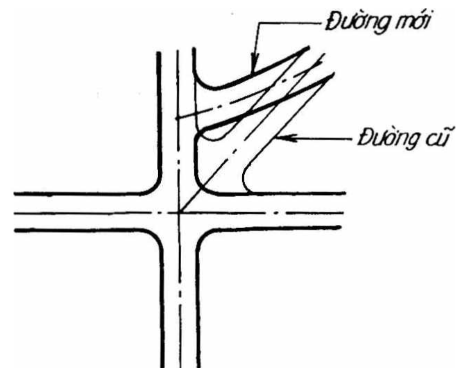
Qua phân tích số liệu xe ở bảng VII–1 ta thấy :

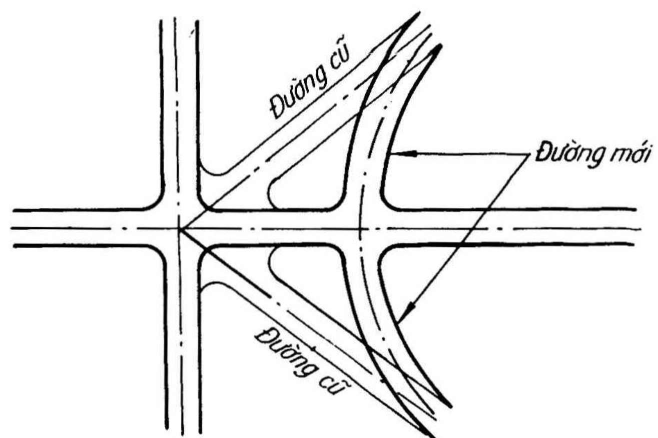
- Phố A, B, D là phố lớn, có lưu lượng xe chạy lớn.

- Lưu lượng xe rẽ trái từ C sang A là 1320, xe rẽ phải từ A sang C là 1920. Tổng cộng 2 chiều là 3240 xe/giờ. So với lưu lượng 2 chiều phố D là 1570 + 1810 = 3380 xấp xỉ nhau.

Vì vậy, một trong những phương án thiết kế nút giao nhau có thể xem xét như hình VII–14.

- Lưu lượng xe rẽ trái từ A sang D là 250 là cơ sở để thiết kế dải đỗ xe chờ xe trái theo nhịp pha đèn điều khiển giao thông.





Hình VII–15 : Thí dụ cải tạo ngã năm, ngã sáu

2. Nội dung thiết kế chính

Từ số liệu lưu lượng xe, địa hình, thiết kế các yếu tố hình học của nút giao nhau : bán kính cong mỗi chiều xe chạy, độ dốc ngang mặt đường i_n, độ dốc siêu cao i_{sc}, kiểm tra tốc độ xe chạy tính toán bằng công thức (3–13). Hoặc từ tốc độ xe thiết kế ở nút giao nhau, xác định trị số R_{min} theo công thức (3–9) tập I. Xem thêm ví dụ 3–1, tập I. Các tính toán trên sẽ trả lời hai câu hỏi một cách rành mạch : nếu bảo đảm xe chạy đạt tốc độ thiết kế, bảo đảm lưu lượng xe trong giờ thiết kế, yêu cầu diện tích đất sử dụng cho nút giao nhau là ...m^2. Nếu diện tích đất hẹp hơn, sẽ chỉ bảo đảm tốc độ $V_t < V_{tk}$ và lưu lượng xe là ... xe/giờ

Khi so sánh các phương án nút giao nhau, có thể tính các hệ số tai nạn, hệ số an toàn... như tài liệu [11] đã nêu.

Nói chung, tốc độ xe rẽ trái ở nút giao nhau cùng mức thường đạt 15 – 25 km/h. Từ tốc độ thiết kế, tính R_{min} sẽ vạch ra đường cong giới hạn để thiết kế đảo dẫn hướng ở vị trí thích hợp, cũng như mũi tròn đầu đảo dẫn hướng (hình giọt nước). Khi kiểm tra xe buýt hoặc xe có rơmoóc, tham khảo thêm hình 4–1, 4–2, bảng 4–3 ở tập 1.

Từ tốc độ thiết kế, hoặc tốc độ tính toán theo thực tế địa hình, xác định trị số tầm nhìn và phạm vi phá dỡ vật cản ở góc nút giao nhau. Xem thêm hình 3–19, 3–20 (tập I).

Tóm lại : khi thiết kế nút giao nhau cùng mức, nhất là đường đô thị, thường bị hạn chế bởi địa hình, giới hạn đường đỏ, bởi đặc tính dòng xe ở từng đầu phố khác nhau, do đó tốc độ thiết kế V_{tk}, hoặc tốc độ tính toán dùng để thiết kế V_t, theo mỗi dòng xe rẽ phải, rẽ trái ở mỗi đường phố có thể khác nhau. Kết quả cuối cùng miễn sao bảo đảm được lưu lượng xe chạy như đã nêu ở thí dụ bảng VII–1.

Khi nút giao nhau có đèn điều khiển giao thông, nhịp pha đèn theo mỗi chiều phố cũng khác nhau. Cơ sở tính toán nhịp pha đèn là số liệu ở bảng VII–1.

Còn một đặc điểm khác cần lưu ý là : độ dốc dọc, dốc ngang mặt đường của toàn ngã tư phải nằm trong một bản vẽ san nền tổng thể để bảo đảm thoát nước. Do vậy độ dốc siêu cao theo từng dòng xe chạy phải phù hợp với bản vẽ thiết kế này, không đơn giản là chọn theo tốc độ xe thiết kế. Do vậy, sẽ có trường hợp chiều xe chạy không có siêu cao hoặc phản siêu cao. Khi không có giải pháp khắc phục (như sửa lại thiết kế san nền), việc kiểm tra tính toán tốc độ xe chạy phải tính theo độ dốc ngang khống chế, phù hợp với bản vẽ san nền đề ra. Xem thêm hình II–3, IV–4.

VII–4. MỘT SỐ NÚT GIAO NHAU CÙNG MỨC ĐẶC BIỆT

1. Nút giao nhau cùng mức không rẽ trái và quay đầu trực tiếp

a) Nhận xét chung

Đường phố có dải phân cách quá hẹp, không đáp ứng được yêu cầu xe rẽ trái hoặc quay đầu với lưu lượng lớn, cần phải có thiết kế riêng biệt để bảo đảm an toàn, không ùn tắc giao thông.

Nguyên tắc cơ bản là : chuyển dòng xe rẽ trái của đường phố chính (tốc độ cao) thành rẽ phải và giảm tốc độ nhập vào dòng xe phố phụ (tốc độ thấp) để đi thẳng rồi hoàn thành rẽ trái, hoặc rẽ trái để hoàn thành quay đầu.

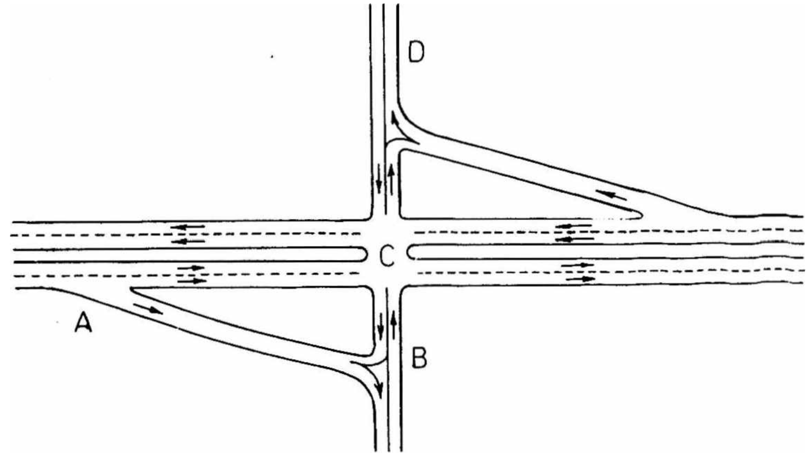
Hình VII–16 dùng đường tách dòng xe rẽ phải ở A, đồng thời chuyển điểm xe rẽ trái sang đường phụ ở B, sau đó đi thẳng qua đường chính ở ngã tư C để hoàn thành rẽ trái. Nếu quay đầu xe, xe sẽ tiếp tục rẽ trái ở C để về hướng D. Như vậy ở ngã tư C sẽ rất ít xe rẽ trái (vì số lượng xe quay đầu thường ít). Còn hầu như ngã tư C chỉ có xe chạy thẳng, an toàn hơn. Tuy nhiên, hình VII–16 có nhược điểm là điểm xe rẽ trái ở B không thuận lợi lắm vì góc rẽ trái nhọn.

Hình VII–17 cũng biến xe rẽ trái thành rẽ phải với hình cánh cung tròn ở góc, xe chạy thuận lợi hơn nhưng có nhược điểm : hành trình rẽ trái phải cắt qua ngã tư C hai lần.

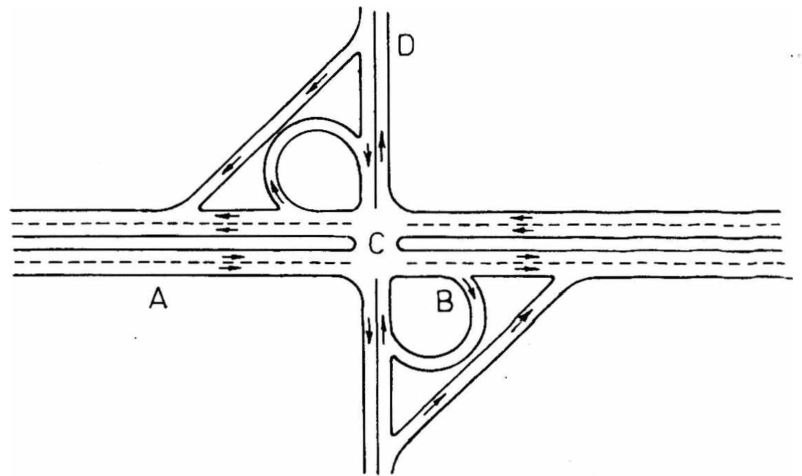
Hình VII–18 là kết hợp giải pháp của hình VII–16 và VII–17, tận dụng đường phố phụ hiện có.

b) Xe rẽ trái và quay đầu không trực tiếp ở đường có dải phân cách rộng

Hình VII-19 thể hiện cách tổ chức cho xe rẽ trái không trực tiếp cho hai đường chính có lưu lượng xe rẽ trái lớn. Đường AB không có dải phân cách, đường CD có dải phân cách rộng. Vì xe rẽ trái của đường AB vào đường CD bị cấm do gây tắc nghẽn giao thông (lí do là đường AB không đủ chỗ cho xe chờ rẽ trái), nên dòng xe này sẽ phải rẽ phải và chạy vào 2 đoạn đường 1 chiều E, F nằm trong dải phân cách rộng của đường CD. Chiều dài hành trình này thường 400 - 600ft (120 - 180m) để khớp với nhịp pha đèn xanh của đèn điều khiển giao thông. Sơ đồ này tiết kiệm đất mở rộng ngã tư nhưng nhược điểm chính là khi rẽ phải, phải qua một đoạn nhập - trộn - tách dòng xe ; lái xe không quen có thể bị lúng túng, do đó cần có biển hiệu hướng dẫn xe chạy rõ ràng.



Hình VII-16 : Ngã tư rẽ trái không trực tiếp, cắt qua 1 lần



Hình VII-17 : Ngã tư rẽ trái không trực tiếp, cắt qua 2 lần

c) Chọn vị trí và thiết kế chỗ quay đầu xe ở dải phân cách hở

Để xe chạy an toàn, thông thường có dải phân cách liên tục phân chia 2 chiều xe chạy, trừ chỗ nút giao nhau. Tuy vậy, khi có yêu cầu bố trí chỗ quay đầu xe, ta cần lựa chọn như sau :

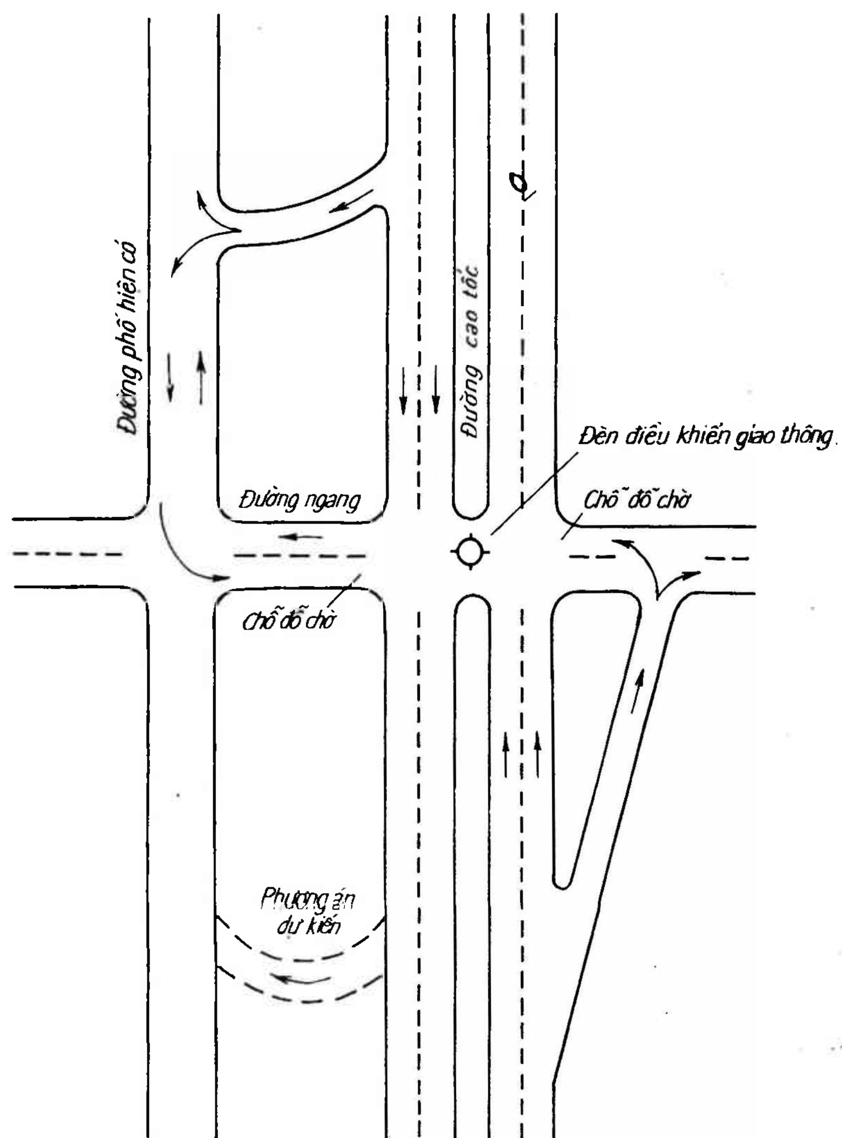
1- Cho phép quay đầu xe ở nút giao nhau với điều kiện thích nghi được với chiều rẽ xe từ đường phụ, không cản trở chiều rẽ xe quan trọng từ đường chính. Nói chung tránh phải làm thêm đường tách dòng tốn kém.

2- Bố trí chỗ quay đầu xe ở trước nút giao nhau để không cản trở giao thông ở nút giao nhau. Chiều dài đoạn phân cách hở, bề rộng dải phân cách phải thiết kế cho phù hợp yêu cầu quay xe. Chi tiết thiết kế theo loại xe xem hình VII-20.

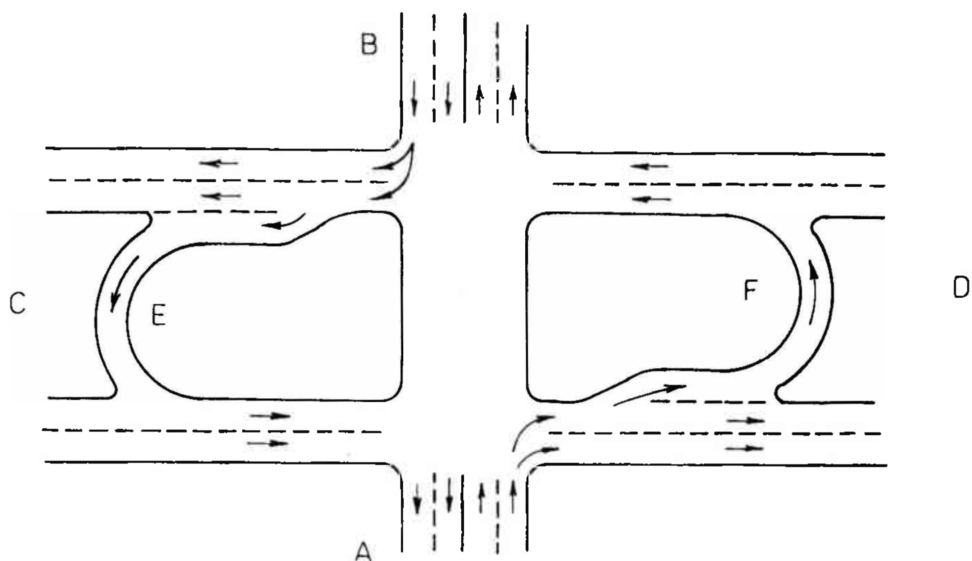
3- Bố trí chỗ quay đầu xe ở nơi có dịch vụ sửa chữa - bảo dưỡng xe.

4- Bố trí chỗ quay đầu xe phục vụ cho đường bao ngoài. Khoảng cách dải phân cách hở để quay đầu xe nên cách nhau 400 - 800m.

Chỗ quay đầu xe nên bố trí cách nút giao nhau ít nhất 30m để không bị vướng bởi xe đỗ chờ đèn tín hiệu trước nút giao nhau.



Hình VII-18 : Ngã tư rẽ trái không trực tiếp, tận dụng phố phụ hiện có.



Hình VII-19 : Xe rẽ trái và quay đầu không trực tiếp ở đường có dải phân cách rộng

Hình VII-21 là thiết kế riêng chỗ quay đầu xe cho đường có dải phân cách hẹp. Hình VII-21b cần thiết kế chiều dài làn xe chờ rẽ trái thỏa đáng để không cản trở dòng xe cao tốc chạy thẳng trên đường chính.

Các giải pháp		M – bề rộng tối thiểu dải phân cách, feet (m) theo xe thiết kế						
		P	TB-40	SU	BUS	TB-50	TB-60	TDT
		Chiều dài xe thiết kế						
		19'	50'	30'	40'	55'	65'	118'
Làn trong tới làn trong		30 (9,0)	61 (18,3)	63 (18,9)	63 (18,9)	71 (21,3)	71 (21,3)	101 (30,3)
Làn trong tới làn ngoài		18 (5,4)	19 (14,7)	51 (15,3)	51 (15,3)	59 (17,7)	59 (17,7)	89 (26,7)
Làn trong tới vai đường		8 (2,4)	39 (11,7)	41 (12,3)	41 (12,3)	49 (14,7)	49 (14,7)	79 (23,7)

***Hình VII-20** : Thiết kế tối thiểu chỗ quay đầu xe theo loại xe thiết kế, đường 4 làn xe (số trong ngoặc là đơn vị m)*

2. Làn xe dành cho xe rẽ trái liên tục (đường 2 chiều)

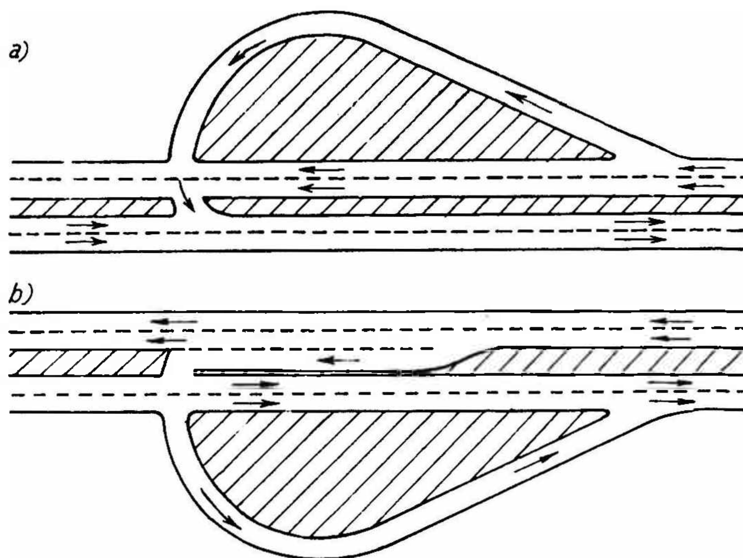
Đường đô thị trong khu thương nghiệp, công nghiệp bị hạn chế bởi giới hạn đường đỏ không bố trí dải phân cách rộng, tốc độ xe thấp, ta có thể bố trí làn xe dành cho xe rẽ trái ở giữa, rộng 10 - 16ft (3,0 - 4,8m) như hình VII-22.

Hình VII-22 thể hiện 2 dạng điển hình của đường 2 chiều xe chạy, dùng vạch đánh dấu trên đường (liên tục) để giới hạn làn xe dành cho xe rẽ trái ở giữa đường.

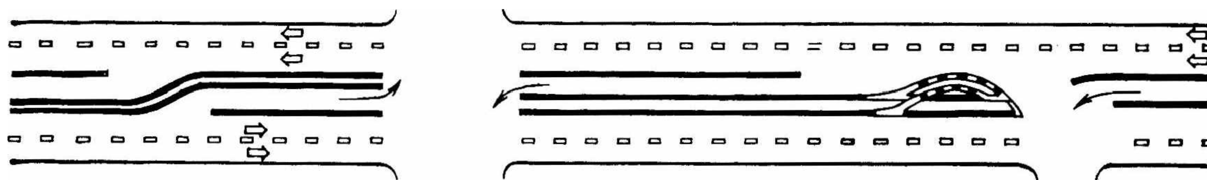
3. Thiết kế nút giao nhau có đường bao ngoài

Chức năng, công dụng của đường bao ngoài đã nêu ở mục III-3. Mục này đề cập đến trường hợp đường bao ngoài cho phép xe chạy cắt qua đường chính.

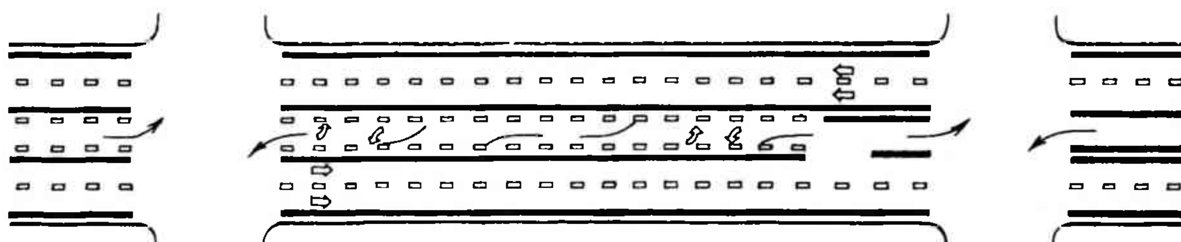
Đường bao ngoài thường là một thành phần nằm kề bên đường trục chính, đường cao tốc, nhưng không được tiếp giáp trực tiếp với đường trục chính, đường cao tốc. Người ta thường thiết kế đường bao ngoài theo từng đoạn ngắn dọc đường phố trục chính để bảo đảm khả năng thông xe và an



***Hình VII-21** : Chỗ quay đầu xe không trực tiếp ở đường có dải phân cách hẹp*



Đường nhiều làn xe, 2 chiều, đánh dấu với 1 làn xe dành cho rẽ trái.



Đường nhiều làn xe, 2 chiều, có 1 làn dành cho rẽ trái 2 hướng nhưng không dùng chạy xe.

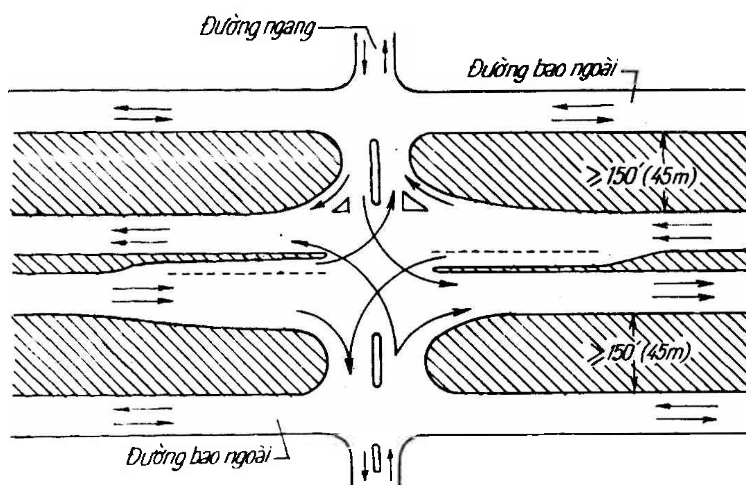
Hình VII–22 : Đường có 1 làn xe dành cho xe rẽ trái ở giữa

toàn của đường trục chính, nhưng không nên giao nhau cùng mức với trục đường trục chính vì sẽ gặp nhiều nguy hiểm do xung đột các dòng xe chạy, thậm chí lầm lẫn chiều xe chạy.

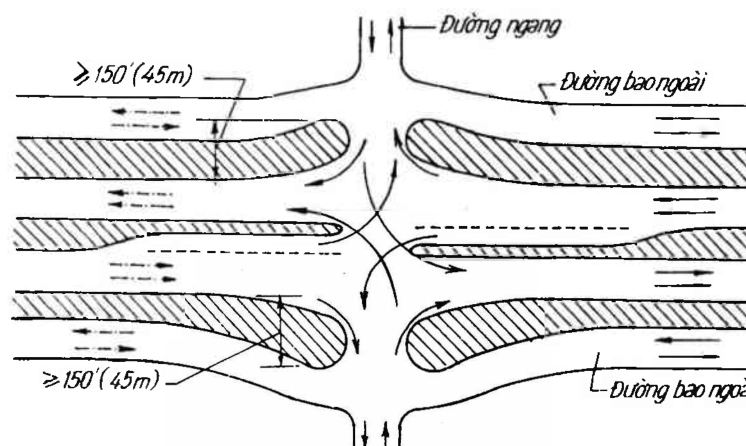
Trường hợp nút giao nhau cùng mức có cả đường bao ngoài, việc thiết kế sẽ phức tạp vì coi như có 3 nút giao nhau (khi có 2 đường bao ngoài) hoặc 2 nút giao nhau (khi có 1 đường bao ngoài). Để đáp ứng yêu cầu xe chạy có lưu lượng lớn ở đường bao ngoài, dải phân cách ngoài cấu tạo hình bầu có bề rộng tối thiểu 150ft (45m), xem hình VII-23. Cơ sở quy định này là :

– Bảo đảm được chiều dài tối thiểu để đặt thiết bị điều khiển giao thông, biển báo để hướng dẫn chiều xe chạy.

– Có đủ khoảng không gian nhận biết phía trước nút giao



a) Đường bao ngoài 2 chiều, có dải phân cách ngoài rộng.



b) Đường bao ngoài 2 chiều, chỉ mở rộng phân cách chỗ giao nhau.

Hình VII–23 : Giao nhau cùng mức có đường bao ngoài

nhau để tránh ùn tắc trên đường bao ngoài.

- Bảo đảm cho dòng xe chính rẽ vào đường bao ngoài mà không cản trở nghiêm trọng trật tự chạy xe.

- Thuận lợi cho quay đầu xe giữa làn xe chính và đường bao ngoài 2 chiều. Yêu cầu này là cần thiết khi đường qua khu thương nghiệp.

- Làm bớt sự lo ngại chạy lầm đường khi xe chạy vào đường chính.

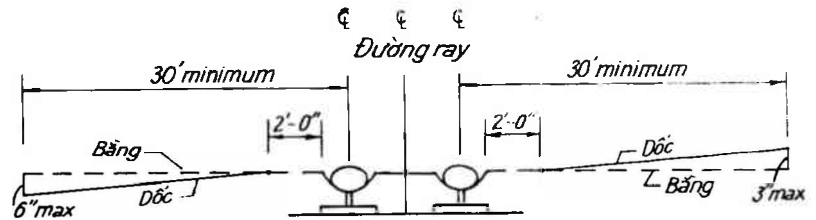
Khi lưu lượng xe chạy trên đường bao ngoài ít, hoặc đường bao ngoài cho xe chạy 1 chiều, có thể thiết kế dải phân cách ngoài nhỏ hơn 150ft (45m). Hình VII-23a là thí dụ đơn giản nút giao nhau cùng mức có đường bao ngoài xe chạy 2 chiều, có dải phân cách ngoài rộng 150ft. Giới hạn đường đỏ trường hợp này khoảng 600ft (180m).

Hình VII-23b áp dụng cho trường hợp dải phân cách ngoài hẹp, chỉ mở rộng ở nút giao nhau. Bề rộng dải phân cách ngoài tối thiểu 32ft (10,6m) khi bảo đảm quay đầu xe du lịch, 70ft (21m) khi bảo đảm quay đầu xe tải và xe buýt.

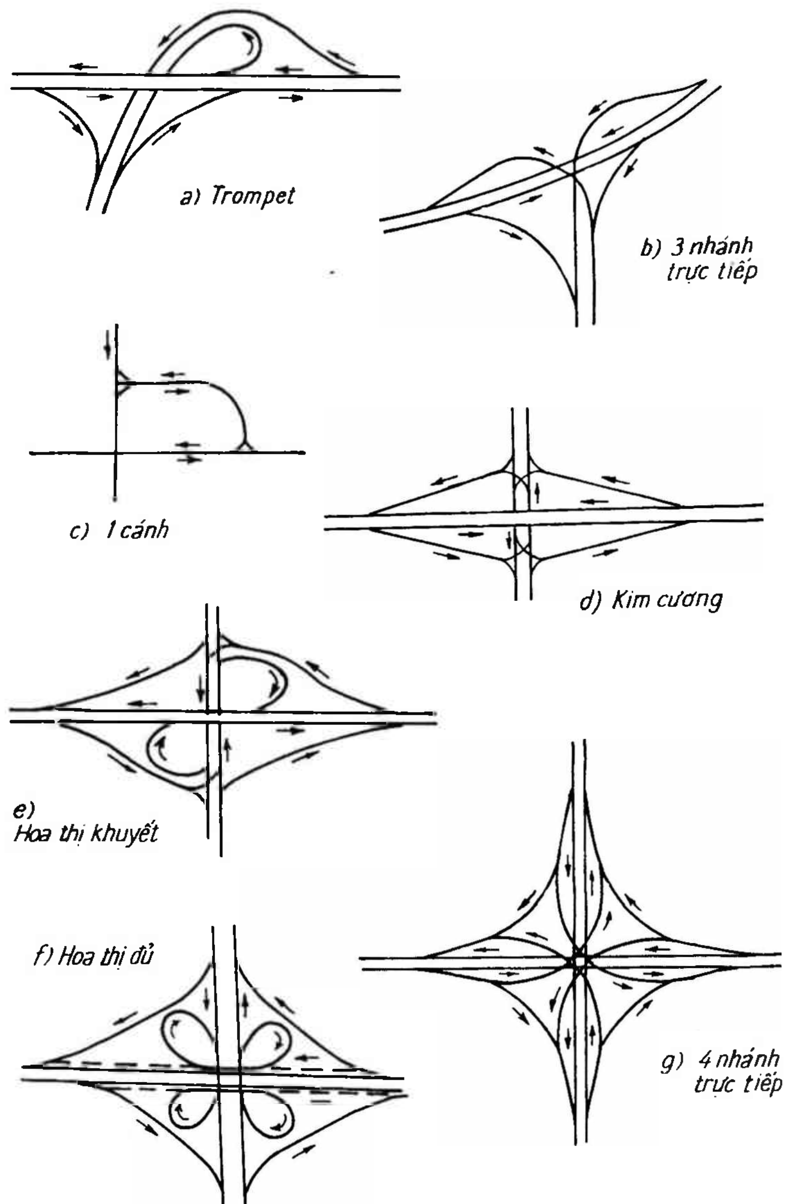
4. Giao nhau cùng mức với đường sắt

Giao nhau với đường sắt cũng như đường ô tô với đường ô tô, đều liên quan đến dải phân cách và cao độ giao nhau.

Yếu tố hình học nút giao nhau cùng mức với đường sắt phải bảo đảm tầm nhìn để lái xe không phải quay đầu quan sát



Hình VII-24 : Yêu cầu cắt dọc đường ô tô đoạn qua đường sắt



Hình VII-25 : Các dạng nút giao nhau khác mức điển hình

tình trạng đường xe chạy và kịp dừng xe trước lúc đến rào chắn đường sắt.

a) Yếu tố bình đồ

Yêu cầu chung là chỗ giao nhau với đường sắt không nằm trong đoạn dồn toa, không nằm trên đường cong của đường ô tô và đường sắt (để tránh tương phản siêu cao giữa đường sắt với đường ô tô).

b) Yếu tố cắt dọc

Cắt dọc chỗ giao nhau càng bằng phẳng càng tốt, phải bảo đảm chiều dài dừng xe. Đường cong đứng phải bảo đảm tầm nhìn theo chiều đứng.

Đôi khi, yếu tố hình học theo cắt dọc không đáp ứng được tốc độ thiết kế vì địa hình hẹp, giới hạn đường đỏ hạn chế. Theo AASHTO, cắt dọc đường ô tô phải thiết kế sao cho cách mép đường sắt về 2 phía ít nhất 2ft (0,6m), để tạo mặt phẳng qua đỉnh ray. Đồng thời trong phạm vi 30ft (9m) về mỗi phía, không cao hơn đỉnh ray quá 3 in (7,5cm) hoặc thấp hơn đỉnh ray quá 6 in (15cm). Xem hình VII-24.

VII-5. KHÁI QUÁT CHUNG VỀ GIAO CẮT KHÁC MỨC, GIAO NHAU KHÁC MỨC

1. Các dạng nút giao nhau khác mức điển hình

Mục đích chung khi xây dựng nút giao cắt khác mức, giao nhau khác mức là bảo đảm xe chạy liên tục.

Việc quyết định dùng nút giao cắt – giao nhau khác mức nào phụ thuộc vào nhiều yếu tố : cấp hạng đường, đặc tính dòng xe, tốc độ xe và khả năng xây dựng, quản lí, sử dụng. Sự xem xét điều kiện kinh tế, địa hình, dải đất dành cho đường là các yếu tố quan trọng để quyết định xây dựng nút giao nhau khác mức bảo đảm an toàn xe chạy và có hiệu quả kinh tế.

Mỗi nút giao nhau khác mức cần được nghiên cứu nhiều phương án so sánh để bảo đảm không những cho xe ô tô chạy mà còn cho giao thông xe đạp, bộ hành.

Các dạng nút giao nhau khác mức cơ bản giới thiệu trên hình VII-25. Có rất nhiều cách kết hợp các dạng cơ bản đó để thiết kế một nút giao nhau phù hợp với địa hình, dòng xe chạy.

2. Điều kiện sử dụng nút giao cắt – giao nhau khác mức

Giao nhau khác mức bảo đảm giao thông tốt ở nút giao nhau, nhưng vì giá thành đắt nên khi sử dụng cần xem xét theo các điều kiện sau :

a) Cấp hạng thiết kế

Dự kiến, kết luận về hướng phát triển, về cấp hạng của một tuyến đường là cơ sở quyết định loại nút giao nhau.

Khi một tuyến đường xác định là đường cao tốc, các nút giao nhau phải là giao cắt khác mức, hoặc là chuyển hướng tuyến đường, hoặc là gom các nút giao nhau phụ lại thành một nút giao nhau khác mức.

Giao nhau với đường sắt, thường dùng giao cắt khác mức khi :

– Đường ô tô cấp I, II giao nhau với đường sắt

– Đường ô tô cắt qua đường sắt trong phạm vi ga lập tàu, các ga lớn.

b) Loại bỏ các nút thắt cổ chai và tắc nghẽn giao thông

Một nút giao nhau có lưu lượng xe lớn, hay tắc nghẽn giao thông, không thể giải quyết bằng giao nhau cùng mức (có hoặc không có đèn điều khiển giao thông) thì cần xem xét phương án nút giao nhau khác mức.

c) Loại bỏ nút có nhiều tai nạn

Có những nút giao nhau tai nạn xảy ra không ngừng tăng lên. Thí dụ tại điểm tiếp nối ngoài đường đô thị, lưu lượng xe không lớn lắm nhưng tốc độ xe lại cao, đồng thời địa hình, giá thành dải đất dành cho đường không cao như trong đô thị. Trường hợp này cũng có thể xem xét thiết kế nút giao nhau khác mức.

d) Địa hình

Có trường hợp địa hình chỉ cho phép thiết kế giao cắt khác mức hoặc một dạng giao nhau nào đấy. Các phương án sẽ được đề ra sao cho bảo đảm xe chạy tốt, phù hợp địa hình, giá thành hạ.

e) Lợi ích của người sử dụng đường

Chi phí sử dụng đường do tắc nghẽn ở nút giao nhau cùng mức khá lớn : chi phí xăng dầu khi ùn tắc, tai nạn... có khi vượt quá cả chi phí xây dựng nút giao nhau khác mức. Sự tính toán này cần được xem xét theo chu kì vốn đầu tư để chọn các phương án nút giao nhau được hợp lí.

f) Bảo đảm lưu lượng xe chạy

Bảo đảm lưu lượng xe chạy là yêu cầu đầu tiên của mọi nút giao nhau. Khi lưu lượng xe vượt quá năng lực của nút giao nhau cùng mức, đương nhiên phải xét đến nút giao nhau khác mức.

g) Một số trường hợp khác

Nút giao cắt – giao nhau khác mức có thể được xem xét trong một số trường hợp sau :

Trạm tập kết hàng hóa lớn nằm trong phạm vi đường trục chính.

Khu vực có nhiều giao thông xe đạp và bộ hành như : công viên thành phố nằm 2 bên đường trục chính, hoặc vùng phụ cận đô thị có giao lưu hàng hóa nhiều bằng xe đạp, bộ hành ...

Nhận xét chung :

Qua các điều kiện sử dụng nút giao cắt – giao nhau khác mức ở trên, qua thực tế sử dụng quốc lộ 5 sau khi mở rộng (năm 1999) đã tồn tại một số vấn đề sau :

Quốc lộ 5 qua nhiều thị xã, thị trấn (bình quân 6 – 8km có một thị xã, thị trấn), cắt qua nhiều đường khu vực, nhưng ta chưa xem xét đến việc quy hoạch thỏa đáng các loại nút giao nhau. Ta cũng chưa quan tâm đến đặc điểm đường đô thị khi qua thị trấn, thị xã dọc đường.

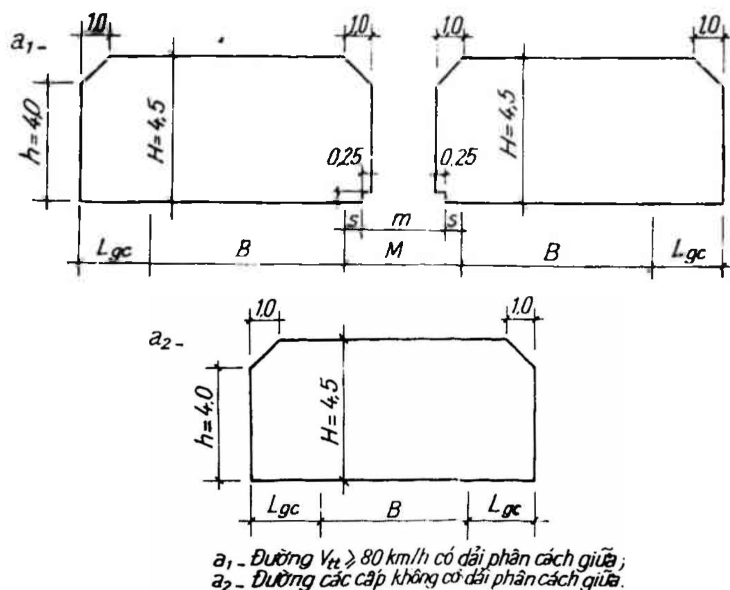
Nút giao nhau khác mức cho 2 đường ô tô là "dễ hiểu", nhưng quốc lộ 5 qua nhiều vùng dân cư có giao lưu bộ hành – xe đạp 2 bên. Ta chưa quan tâm xem xét vấn đề này nên có đoạn dải phân cách dài liên tục 4km, xe đạp, xe thồ, bộ hành phải đi ngược chiều đường ô tô, phải phá dải phân cách để "lưu thông".

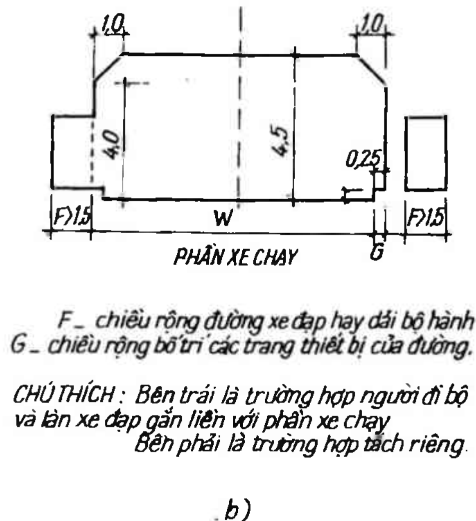
Chính vì các hạn chế trên mà không bảo đảm tốc độ xe chạy thiết kế trên quốc lộ 5, đồng thời gây khá nhiều tai nạn.

Để khắc phục nhược điểm trên, theo kế hoạch sẽ làm 14 nút giao thông khác mức : 3 nút giao nhau khác mức, 4 nút giao cắt cho đường ô tô 6 tấn, 7 nút giao cắt cho bộ hành.

3. Tĩnh không

Khi thiết kế các nút giao nhau khác mức, thường liên quan đến quy định tĩnh không của đường ô tô, đường sắt, tĩnh không thông thuyền. Xem hình VII-26.





B _ bề rộng phần xe chạy ;
L_{gc} - bề rộng phần lề gia cố (xem bảng 6) ;
m _ phần phân cách ;
s _ phần an toàn (gia cố) ;
M _ bề rộng giải phân cách ;
M,m,s các trị số tối thiểu (xem bảng 7)

H _ chiều cao tĩnh không, tính từ điểm cao nhất của phần xe chạy ;
h _ chiều cao tĩnh không ở mép ngoài của lề ;
H = 4.50 m, h = 4.00 m ;
Có thể thêm vào chiều cao tĩnh không chiều dày dự trữ nâng cao mặt đường .

a)

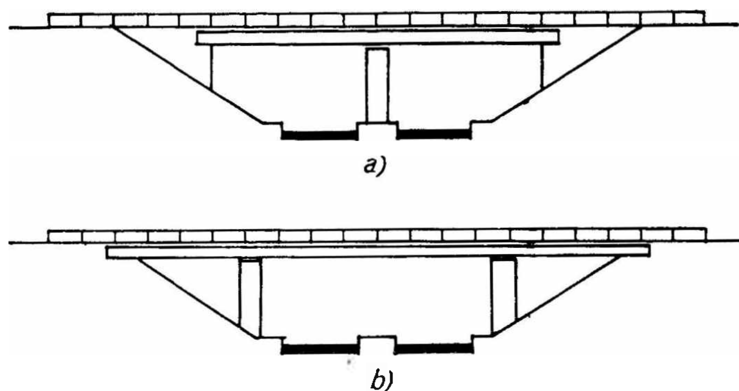
Hình VII-26 : Tĩnh không đường và hầm theo TCVN 4054 : 1998
a) Tĩnh không của đường ; b) Tĩnh không đường đi trong hầm

Tóm tắt :

- Tĩnh không đường ô tô cao từ mặt đường H = 4,50m, bề rộng xem hình VII-26.

- Tĩnh không đường sắt khổ 1m, tính từ đỉnh ray (trên đường thẳng), đã xét điện khí hóa, cao H = 5,30m. Rộng B = 4.00m.

- Theo TCVN 4117 : 1985, đường sắt khổ 1.435 điện khí hóa H = 7,00m, trường hợp khó khăn có thể giảm xuống H = 5,80m. Chiều rộng B = 10,20m.



Hình VII-27 : Cấu tạo hình học cầu vượt thông dụng

– Khổ thông thuyền : Thường cao hơn mức nước thông thuyền,7m – bề rộng tùy theo nhịp cầu .

VII-6. THIẾT KẾ NÚT GIAO CẮT KHÁC MỨC (GRADE SEPARATION)

1. Chỉ dẫn chung

– Nút giao cắt khác mức, thực chất là "nút giao nhau bậc thấp" có giá thành xây dựng không cao lắm và cho phép áp dụng tương đối rộng rãi.

– Do vậy, xây dựng các nút giao cắt khác mức trước hết cần xem xét đặc điểm yêu cầu, lưu lượng xe chạy trong toàn bộ nút giao nhau dọc tuyến đường. Có nút giao cắt khác mức là lâu dài, có nút tương lai sẽ có đường dốc chuyển dòng xe để nâng cấp thành giao nhau khác mức. Có nút trước mắt là giao nhau cùng mức, sau sẽ làm giao cắt khác mức. Có nút giao cắt chỉ dành cho xe đạp, bộ hành (như gần trường học, nhà thờ, nhà máy...). Sự xem xét này có thể kết hợp với đường bao ngoài để thu gom nhiều nút giao nhau cùng mức vào một nút giao cắt – giao nhau khác mức.

– Cấu tạo hình học thông dụng cầu vượt tại nút giao cắt khác mức là :

+ Có mố khép 2 bên. Hình VII–27a.

+ Có nhịp mở 2 bên (tức cầu mút thừa hoặc mố vùi). Hình VII–27b.

– Với bất kì kết cấu phân cách nào, đều phải bảo đảm tĩnh không đường không đổi theo bề rộng và cùng dạng lan can bảo vệ.

– Loại kết cấu giao cắt khác mức thích hợp nhất là loại phù hợp với môi trường, sao cho lái xe không phải chú ý tới kết cấu bắc ngang qua, ít bị cảm giác hạn chế, không xao nhãng khi lái xe.

– Với đường chui dưới cầu vượt, đồng thời là nơi bố trí trụ mố cho cầu vượt, vị trí móng mố trụ cần được xem xét cả khả năng mở rộng trong tương lai (nếu có).

– Kết cấu chỗ giao cắt – giao nhau khác mức thường được dự tính cho 10 – 20 năm sau.

– Độ dốc cầu – đường vượt chọn tùy theo tốc độ thiết kế V_{tk} :

V_{tk} = 70mph (112 km/h) ; i = 3%

V_{tk} = 60mph (96 km/h) ; i = 4%

V_{tk} = 50mph (80 km/h) ; i = 5%

V_{tk} = 40mph (64 km/h) ; i = 6%

2. Tương quan đường vượt – đường chui

Trong nút giao nhau khác mức, quyết định đường nào vượt lên, đường nào chui dưới là vấn đề cần giải quyết đầu tiên.

Tình huống xảy ra có thể là :

– Điều kiện địa hình thuận lợi

– Điều kiện địa hình không thuận lợi với bất kì phương án bố trí nào

– Điều kiện địa hình ngược tương quan đường chính – đường phụ. Thí dụ : địa hình thuận lợi bố trí đường phụ phía dưới, đường chính phía trên, nhưng xét về yêu cầu độ dốc, bình đồ, lưu lượng xe, phải bố trí đường phụ phía trên, đường chính phía dưới mới thích hợp.

Do vậy, quan điểm chung khi xử lí tương quan chui – vượt là :

1- Mặc dầu ràng buộc chủ yếu của kĩ sư thiết kế là kinh tế – địa hình, nhưng khi xem xét tương quan chui – vượt của nút giao cắt khác mức, phải có cách nhìn toàn diện như một nút giao nhau khác mức với các dòng xe rẽ trái, rẽ phải có thể có trong toàn khu vực.

2- Khi xe chạy tới một nút giao cắt chui dưới, nhìn từ xa lái xe dễ có cảm giác như một nút giao nhau khác mức. Do vậy không nên để cầu vượt phía trước quá thấp, gần với cao độ tự nhiên hai bên, tránh cảm nhận không thuận lợi cho lái xe.

3- Với đường chính, tốt nhất là thiết kế vượt trên đường phụ, bảo đảm mĩ quan và tầm nhìn hơn. Tuy vậy, nếu có nhiều cầu vượt trên đường chính thì giá thành lại cao. Đây là một mâu thuẫn cần được xem xét "cân bằng" trên toàn tuyến.

4- Nút giao cắt ở vùng đồi núi với 2 đường có cấp hạng – lưu lượng xe như nhau, phương án tốt nhất là phương án có tầm nhìn tốt nhất.

5- Nút giao cắt có phân kì đầu tư, phải thiết kế sao cho khi nâng cấp – cải tạo về sau, không phá bỏ kết cấu ban đầu.

6- Cần xem xét các bất lợi về thoát nước có thể xảy ra. Có khi chỉ vì lí do thoát nước mà phải quyết định đường chính vượt lên đường phụ.

7- Khi địa hình không phải là ảnh hưởng chính, giá thành xây dựng cầu và đường dẫn đầu cầu sẽ quyết định đường chính vượt trên hay chui dưới.

8- Đường chính chui dưới là thuận lợi khi được xây dựng bằng cao độ đất tự nhiên. Đường phụ vượt trên thường có cấp hạng kĩ thuật thấp nên có thể dùng độ dốc lớn hơn, tầm nhìn ngắn hơn.

9- Ở vị trí đặc biệt cần làm đường chui dưới, vùng gần đô thị, thường kết hợp khi làm đường cao tốc hạ thấp, hoặc đường vượt phía trên có cao độ ngang bằng một dãy phố theo quy hoạch tương lai. Một số trường hợp, đường có lưu lượng xe cao chui xuống thấp hơn đường có lưu lượng xe thấp vì lí do giảm tiếng ồn.

10- Nơi đường mới cắt ngang qua đường hiện có có lưu lượng xe lớn, giải pháp nên áp dụng là cho vượt qua đường hiện có.

11- Kết cấu giao cắt khác mức khi không bị hạn chế bởi chiều cao tĩnh không, vẫn cần quan tâm đến dự kiến tương lai có loại xe kích thước lớn, đặc biệt với đường chính.

3. Thiết kế kết cấu cầu vượt

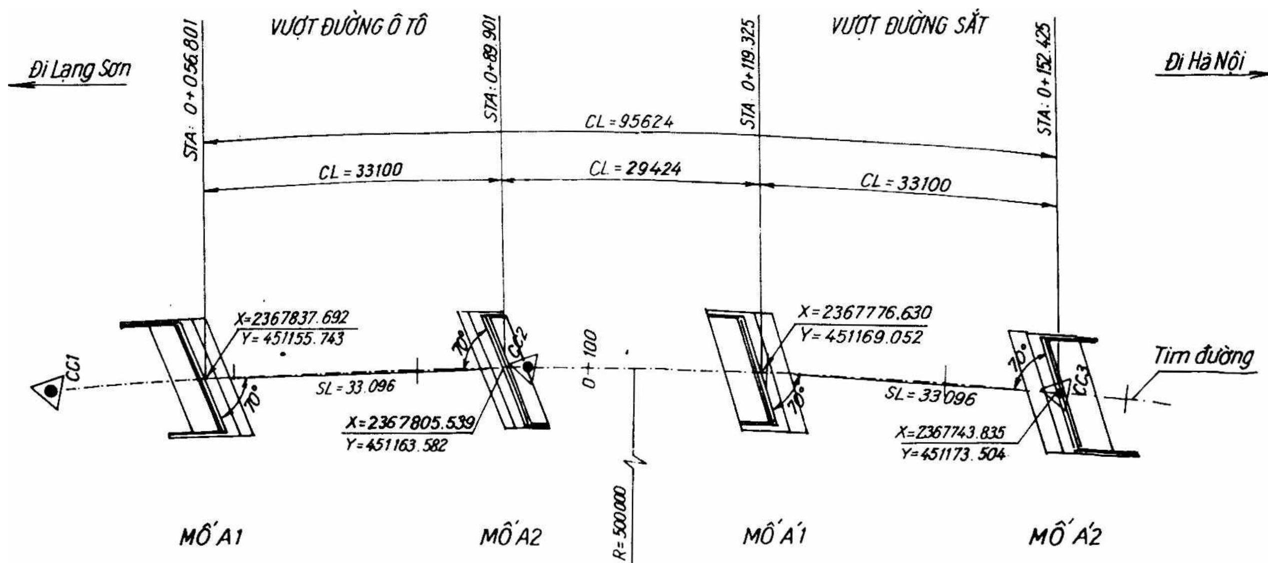
Kết cấu cầu vượt có thể là cầu dầm, cầu bản bê tông cốt thép, cầu dầm bê tông cốt thép dự ứng lực, cầu dàn thép...

Thiết kế cầu hiện nay khá nhiều trường hợp cầu nằm trên đường cong nằm và đường cong đứng. Với cầu này, kĩ sư thiết kế đường và cầu cần có sự kết hợp chặt chẽ theo nguyên tắc :

- Vị trí cầu trung, cầu lớn quyết định vị trí đường.

- Tuy vậy, sau khi vị trí cầu xác định, vị trí, cao độ chi tiết của mố – trụ – mặt cầu lại phải theo yếu tố hình học do kĩ sư đường thiết kế (về độ dốc dọc, dốc ngang, siêu cao, tọa độ mố trụ phù hợp với tọa độ đường cong chuyển tiếp, đường cong tròn...).

Hình VII-28, VII-29 giới thiệu bản vẽ tổng thể một cầu trên đường cong của một nút giao cắt khác mức trên quốc lộ 1.



***Hình VII–28** : Định vị mố trụ cầu TT và mặt cắt ngang điển hình*
(cầu trên đường cong có R = 600m, độ mở rộng W_p = 0,40m, i_{sc} = 5%)

Ta có thể có một số nhận xét sau :

Tọa độ trục tim dọc cầu ở các mố trụ nằm đúng trên đường cong. Trục tim gối (chiều ngang) đều có góc lệch 70° để dễ thi công. Cơ sở chọn góc này là tương quan góc xiên của đường ô tô – đường sắt giao nhau phía dưới cầu.

Kết cấu dầm phải thẳng, tức là chiều dài phải tính theo dây cung nối 2 gối mố.

Do tương quan dây cung, độ mở rộng, vị trí dầm, gối không hoàn toàn đối xứng qua tim cầu.

Cao độ gối cầu sẽ được tính theo mặt cắt chéo 70°, suy ra từ mặt cắt vuông góc và tương quan cao độ gây ra do độ dốc dọc, đường cong đứng, siêu cao.

VII–7. THIẾT KẾ NÚT GIAO NHAU KHÁC MỨC (INTERCHANGES)

1. Chỉ dẫn chung

Khái quát chung về hình dạng, điều kiện sử dụng nút giao nhau khác mức đã giới thiệu ở mục VII–5. Khi bắt đầu thiết kế cụ thể cho một nút giao nhau khác mức, cho một phương án giao nhau khác mức, yêu cầu đầu tiên là :

– Cấu tạo hình học nút giao nhau khác mức khi tách dòng xe rẽ phải, rẽ trái có một góc độ hài hòa, đồng nhất.

– Từ một điểm nhìn mong muốn, lái xe có thể nhận biết dễ dàng điểm ra khỏi của các đường cắt ngang qua phía trước của nút giao nhau.

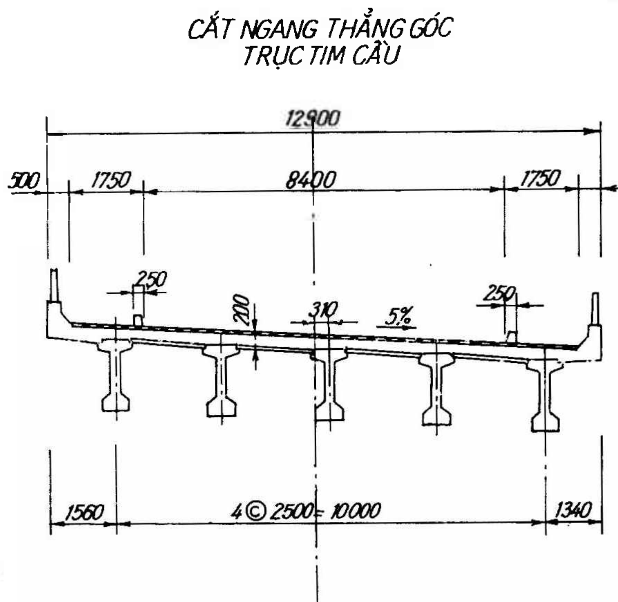
– Do vậy, tầm nhìn là vấn đề được xem xét, kiểm nghiệm chính khi thiết kế để dòng xe chạy êm thuận, an toàn.

Cơ sở thiết kế về lưu lượng, loại xe... tương tự đã nêu ở mục VII-3.

Nội dung thiết kế một nút giao nhau khác mức khá lớn và phức tạp. Sau bước khảo sát đo đạc địa hình, điều tra số liệu cơ bản về lưu lượng xe chạy..., nội dung chính là :

- Sơ phác, so sánh các phương án cấu tạo hình học nút giao nhau khác mức.
- Thiết kế đường dốc chuyển dòng xe.
- Thiết kế kết cấu cầu vượt.

Trong mục này, chủ yếu giới thiệu các dạng cấu tạo của nút giao nhau khác mức.



Hình VII-28b

2. Nút giao nhau khác mức 3 nhánh

Nút giao nhau 3 nhánh còn gọi là nút chữ T, chữ Y.

Hình VII-30 giới thiệu một số dạng giao nhau khác mức 3 nhánh với 1 cầu vượt.

Hình VII-30a và VII-30b là dạng hình kèn Trompet, thường dùng nhất, trong đó hướng xe chạy chính là a–c, hướng rẽ trái b–a chạy hình thòng lọng có lưu lượng xe ít hơn hướng rẽ trái c–b. Đây cũng chính là cơ sở chọn góc chéo.

Hình VII-30a, đường cong thòng lọng rẽ trái b–a bắt đầu từ điểm trước cầu vượt để cảnh báo trước lái xe điểm chuyển hướng trên đường cong. Đường cong chuyển tiếp sẽ tạo điều kiện thay đổi tốc độ êm thuận khi vào thòng lọng và ra khỏi thòng lọng để nhập vào dòng giao thông chính c–a.

Hình VII-30b có hướng rẽ trái c–b được tách dòng từ trước khi chui qua cầu vượt, để đủ chiều dài nâng cao độ theo thòng lọng hẹp rồi vượt qua cầu đi về b. Hướng rẽ trái b–a thuận lợi hơn và cũng để tiếp đầu đường cong trước cầu vượt để định hướng cho lái xe.

Hình VII-30c ít thông dụng hơn vì dùng thòng lọng cho cả 2 chiều rẽ trái và có đoạn trộn dòng xe, mặc dù hình này chỉ dùng khi lưu lượng xe rẽ trái thấp. Tuy vậy, hình này có ưu điểm là có thể phát triển thành nút giao nhau 4 nhánh hoa thị đủ hoặc khuyết.

Hình VII-31 là nút giao nhau hình chữ T với kết cấu 3 cao độ, các dòng xe không phải chạy theo thòng lọng. Các dạng này giá thành cao, chỉ dùng khi lưu lượng xe lớn.

Hình VII-31a, mọi hướng rẽ đều trực tiếp, bề rộng mỗi hướng ít nhất 2 làn xe. Dạng này có thể làm giảm bớt được giới hạn đường đỏ bằng sơ đồ 3 cao độ giao nhau tại 1 điểm như hình VII-31b.

Hình VII-31c là kiểu 3 nhánh 3 tầng với "2 quai ấm", dùng khi đường cao tốc tách ra rẽ trái rẽ phải với góc thoải, bằng đường dốc 1 làn xe. Hình VII-31d tương tự nhưng 3 tầng cao độ cắt nhau tại 1 điểm.

Hình VII-31e tương tự VII-31c nhưng chỉ có 2 tầng cao độ cho chiều rẽ trái. Hai cầu vượt phải cách xa nhau sao cho đủ cấu tạo dốc chuyển dòng xe rẽ trái b–a.

Hình VII-31f chỉ có 2 tầng cao độ như VII-31e nhưng đường dốc thoải hơn. Tuy vậy có nhược điểm là có đoạn trộn dòng xe cho xe rẽ trái c–b, b–a.

GIỚI HẠN XÂY DỰNG CẦU TÂN THỊNH

BẮT ĐẦU GIỚI HẠN XÂY DỰNG

KẾT THÚC GIỚI HẠN XÂY DỰNG

TƯỜNG CHẮN

T4 18.512

CC2

BTT1 19.767

IP 181

ĐI HÀ NỘI

T1 28.31

BTT2 28.283

PVI STA = 0+018.378
PVI ELEV = 33.287
R = 5000 m
250.000 m VC

3.000%

-2.000%

CC1

CC2

CC3

22.448

23.450

15.508

Cống tròn φ 1500

-2.000%

A = 65m

A = 65m

R = 600m

+5%

-5%

+2%

0%

+2%

-2%

40.00

-2%

+5%

-3%

0.40m

ST 0+027.190

TS 0+024.931

CC1 0+040.000

CS 0+040.069

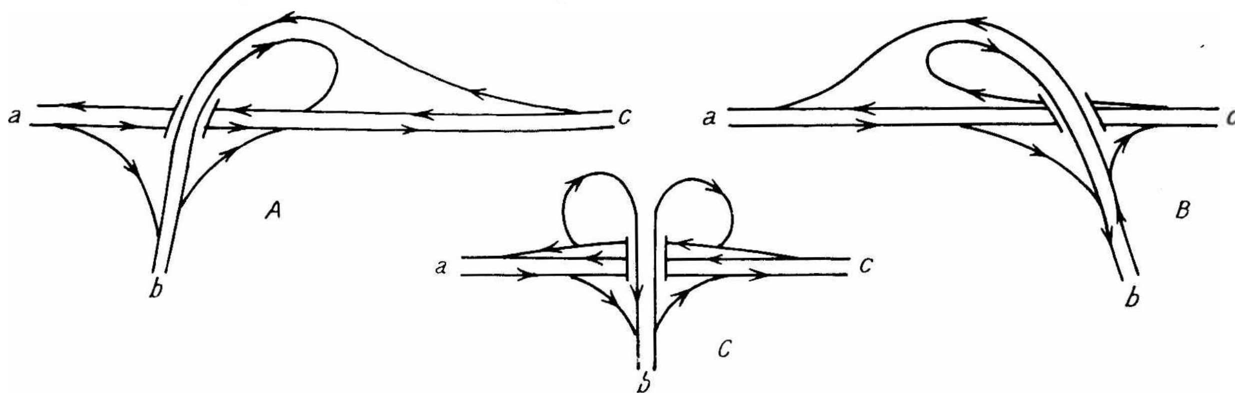
CC2 0+092.529

CC3 0+152.529

TỌA ĐỘ ĐIỂM CHÍNH

CC1	X = 2367853.769 Y = 451151.108
CC2	X = 2367802.968 Y = 451164.128
CC3	X = 2367763.732 Y = 451173.515
ST	X = 2367917.842 Y = 451.79.232
TS	X = 2367915.239 Y = 451130.004
CS	X = 2367853.769 Y = 451151.108
IP 181	X = 2367544.000 Y = 451265.000
I = 62°15'24" R = 600.000m L_s = 65.000m	

VII–29 : Cắt dọc cầu TT trên đường cong(giao cắt khác mức với đường ô tô và đường sắt)



Hình VII–30 : Giao nhau khác mức 3 nhánh với 1 cầu vượt

3. Một số nút giao nhau 3 nhánh đặc biệt

Giao nhau 3 nhánh tách biệt hình kèn Trompet giới thiệu trên hình VII–32 có đặc điểm là : Đường khu vực vượt qua đường cao tốc chiều a–b nhưng lại chui qua ở chiều b–a vì có ta luy dốc đứng ở phía trái. Chiều rẽ trái c–a qua thòng lọng hẹp dùng cho lưu lượng xe ít hơn. Dạng nút giao nhau này thường áp dụng ở đường ngoài đô thị.

Hình VII–33 là nút giao nhau 3 nhánh, 3 tầng cao độ dùng cho 2 đường cao tốc, có cả đường bao ngoài (đường bao ngoài chỉ chạy 1 chiều). Do các chiều xe đều rẽ trực tiếp, bán kính cong lớn, nên bảo đảm tốc độ xe chạy êm thuận. Tuy vậy, chỉ dùng ở đường ngoài đô thị.

Ngoài ra, còn có cả nút 3 nhánh, 3 tầng cao độ vượt sông, nút 3 nhánh cho 2 đường cao tốc kết hợp với 1 đường khu vực, nút 3 nhánh nối đường cao tốc với đường đô thị ...

4. Nút giao nhau 4 nhánh. Khái quát chung

Có 4 dạng chung :

Nút có 1 cánh (2–3 cánh sẽ đề cập đến ở nút hoa thị khuyết)

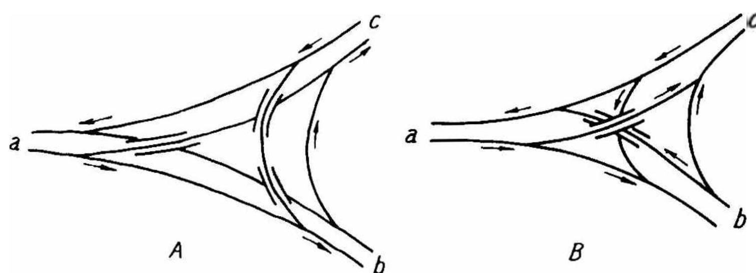
Nút hình kim cương (Diamond)

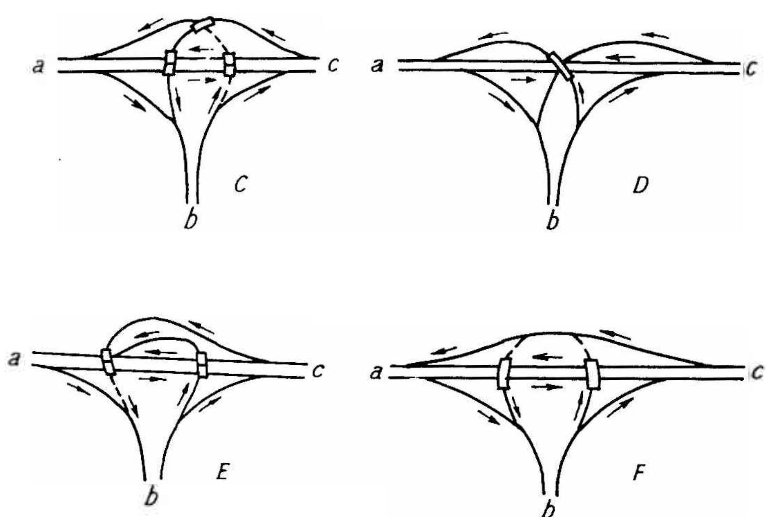
Nút hoa thị khuyết (Partial Cloverleaft)

Nút hoa thị đủ, 4 cánh (Full Cloverleaft)

a) Nút 1 nhánh (Ramp in one quadrant)

Thường dùng ở đường có lưu lượng xe rẽ trái, rẽ phải thấp. Đường dốc chuyển dòng xe ở 1 góc tạo thành 2 nút giao nhau hình chữ T cho xe rẽ phải, rẽ trái. Xem hình VII–34.





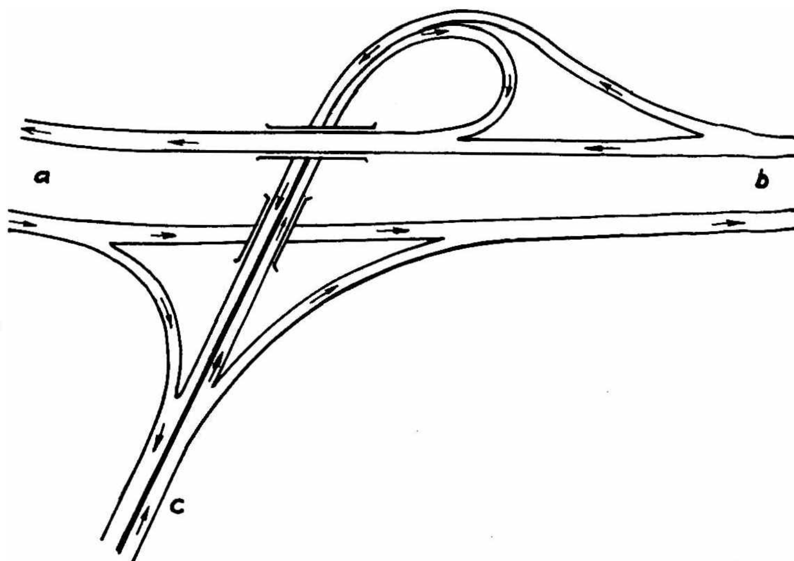
Hình VII–31 : Giao nhau 3 nhánh với nhiều tầng, nhiều cầu vượt

Hình VII-35a dùng cho trường hợp đường miền núi, kết hợp địa hình và phong cảnh.

b) Nút hình kim cương

Có thể nói đây là dạng nút giao nhau đơn giản và phổ biến nhất. Thường dùng 1 đường chính (không có giao cắt) và đường phụ (có giao cắt). Xem hình VII-35. Trên hình VII-35b có cả đường bao ngoài, trong đó đường dốc chuyển dòng xe cần nối với đường bao ngoài ở vị trí cách đường phụ ít nhất 350ft (105m).

Hình VII-35c là trường hợp dự kiến phát triển thành nút hoa thị 4 cánh sau này.



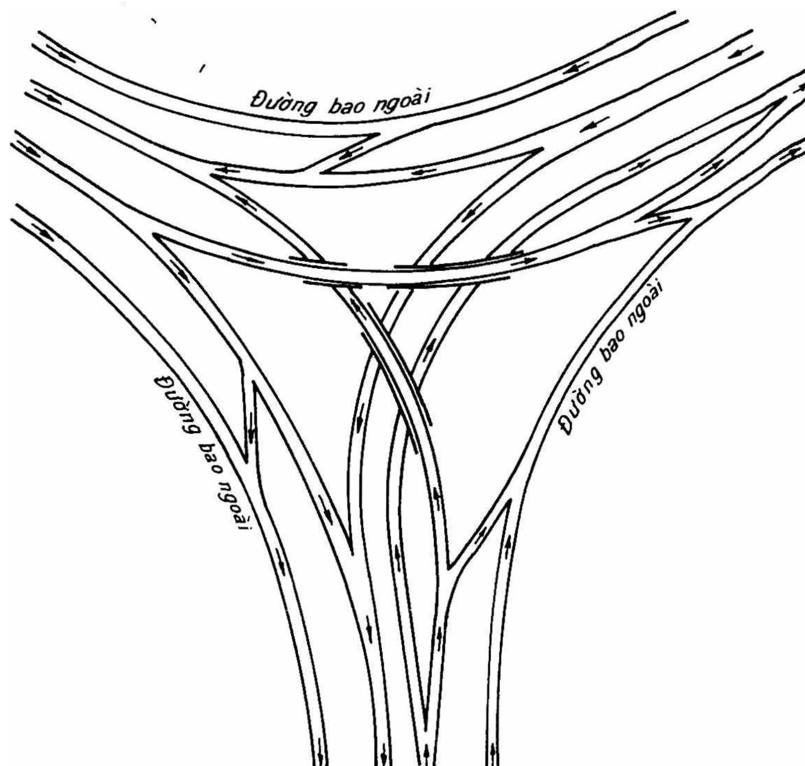
Hình VII-32 : Nút 3 nhánh tách biệt hình kèn Trompet

Hình VII-36, VII-37 là nút hình kim cương phức tạp hơn, nhằm giảm bớt các điểm giao cắt và giải quyết yêu cầu quay đầu xe, giải quyết cả giao lưu với đường bao ngoài.

Hình VII-36a, b sẽ thuận lợi hơn khi 2 đường phụ cd-ef được nối vào nhau ở ngoài khu vực nút giao nhau.

Hình VII-36c thuận lợi khi a-b là đường phố có yêu cầu quay xe lớn từ đường bao ngoài, đồng thời tiếp nối với c-d là đường cao tốc, nhưng chỉ được rẽ phải với tốc độ hạn chế.

Hình VII-37a, b dùng khi giới hạn đường đỏ bị hạn chế, a-b là đường phố chính ; c-d, e-f là đường khu vực. Người ta còn gọi dạng này là giao chéo (criss-cross).

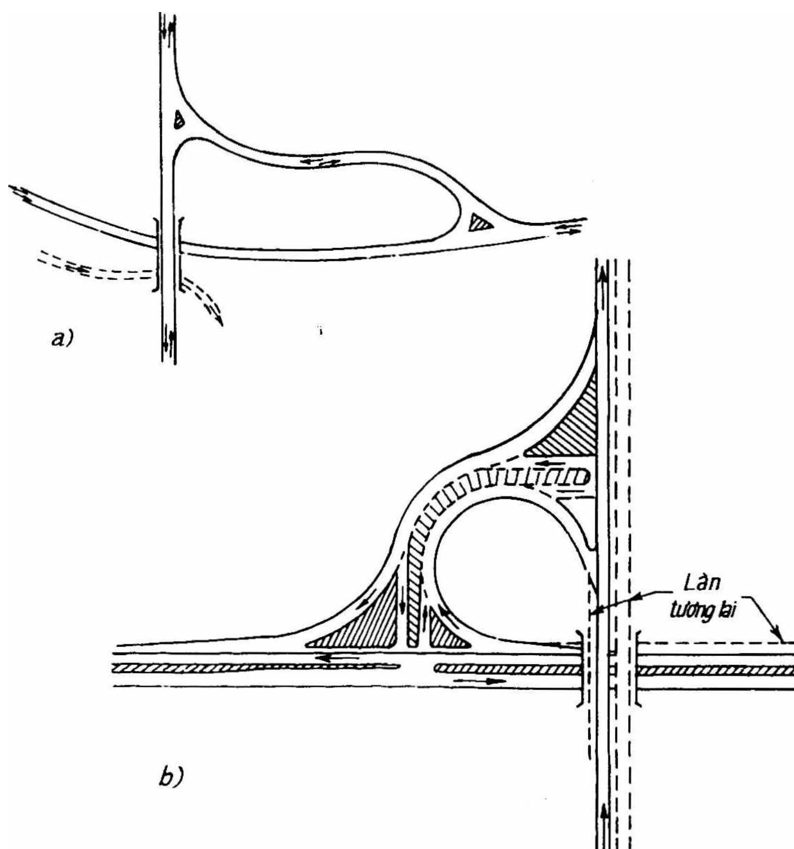


Hình VII-33 : Nút 3 nhánh có cả đường bao ngoài

Hình VII-37c là nút kim cương 3 tầng : tầng 1 (thấp nhất) cho xe chạy thẳng a-b, tầng 2 nối 4 cặp dốc chuyển dòng cho xe rẽ phải, rẽ trái, quay đầu (như một đảo giao thông ở tầng 2), tầng 3 (cao nhất) cho xe chạy thẳng c-d.

c) Nút hình hoa thị đủ (Cloverleaft)

Hoa thị 4 cánh là loại nút đầu tiên được áp dụng trên thế giới, với nguyên tắc chuyển dòng xe rẽ trái thành rẽ phải nên không có giao cắt trong mọi chiều xe chạy, thích hợp với giao nhau giữa 2 đường có lưu lượng xe lớn như nhau, ở vùng ngoài đô thị đất đai rộng rãi. Nhược điểm là giá thành rất đắt, hành trình xe chạy dài. So với giao nhau cùng mức, chiều dài chạy xe rẽ trái theo "thòng lọng" tăng lên khá nhanh theo tốc độ thiết kế :



Hình VII-34 : Nút 4 nhánh có 1 cánh

V_{tk} = 20mph (32 km/h), R = 90ft (27m), chiều dài chạy xe tăng L = 600ft (180m)

Vtk = 25mph (40 km/h), R = 150ft (45m), L = 1000ft (300m)

V_{tk} = 30mph (48 km/h), R = 230ft (69m), L = 1500ft (450m)

Như vậy tức là tốc độ thiết kế tăng lên 5 mph thì L tăng thêm 50% và dải đất dành cho đường tăng thêm 130%.

Thời gian xe chạy cũng vì vậy lâu hơn : V_{tk} tăng 5mph thì thời gian tăng 20 - 30%, xấp xỉ 7 giây.

Do xe tải không chạy được khi R nhỏ, nên khi V_{tk} = 50mph (80 km/h) yêu cầu Rmin = 100 - 150ft (30 - 45m). Với V_{tk} lớn hơn, Rmin = 150 - 250ft (45 - 75m).

d) Nút hình hoa thị khuyết (Partial cloverleaft)

Nút hình hoa thị khuyết thường dùng khi đường chính giao nhau với đường phụ. Việc bố trí dốc chuyển dòng xe, thòng lọng... tùy theo điều kiện địa hình, văn hóa.

Theo AASHTO nên áp dụng nguyên tắc sau : Trên đường chính chỉ có dòng xe rẽ phải tách và nhập. Tức là mọi điểm giao cắt do rẽ trái đều nằm trên đường phụ.

Theo mong muốn của lái xe chỉ nên có một điểm rẽ từ đường chính vào đường phụ, phục vụ cho cả rẽ phải, rồi rẽ trái. Như vậy hành trình xe chạy ngắn hơn, tức là giảm được giá thành vận doanh cho lưu lượng xe lớn ở đường chính.

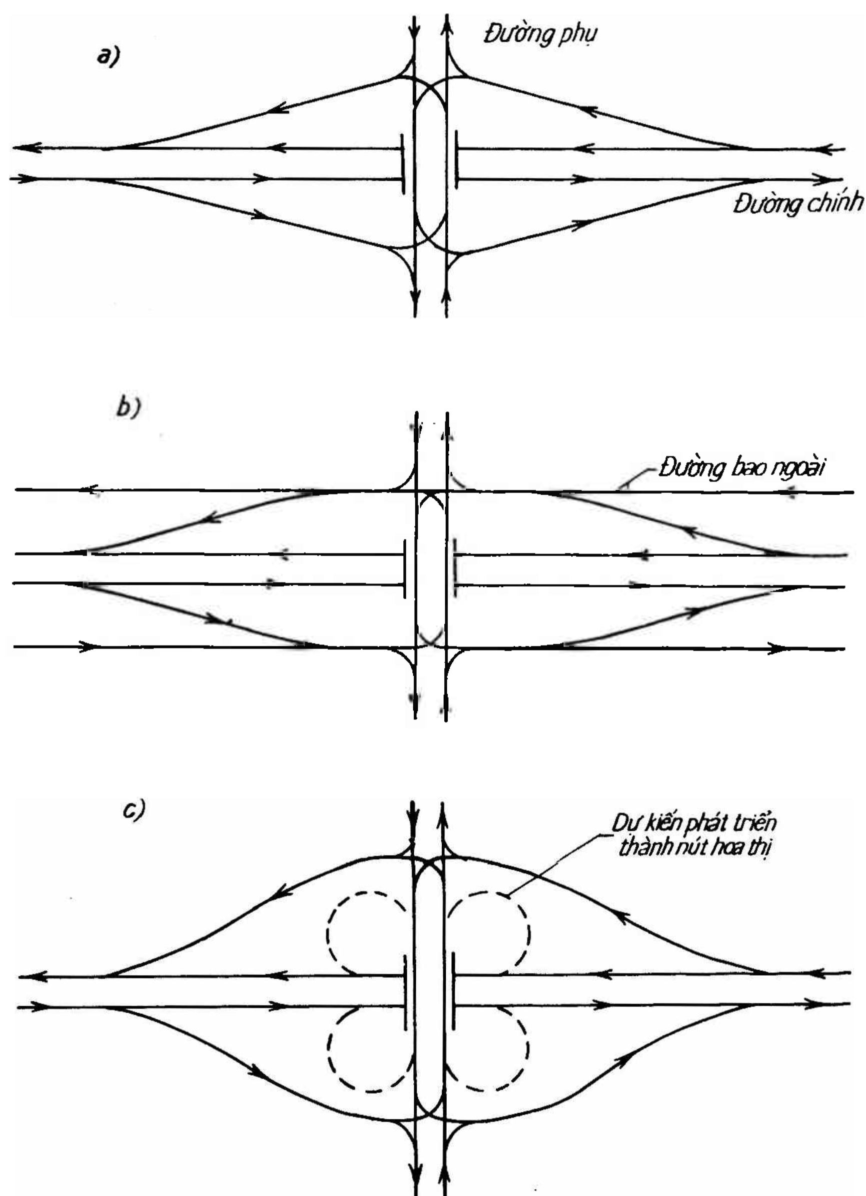
Hình VII-39 giới thiệu một số nút hoa thị khuyết cùng một phía hoặc chéo góc

Hình VII-39a, c nên dùng vì trên đường chính chỉ có các điểm rẽ phải tách và nhập ; còn trên đường phụ có 4 điểm giao cắt do rẽ trái. Đoạn đỗ xe chờ rẽ trái bố trí trên đường dốc chéo.

Hình VII-39e, xe rẽ trái từ đường chính ở trước cầu nên rất thuận lợi cho nhận biết của lái xe, rút ngắn hành trình xe và bảo đảm tốc độ xe rẽ trái được lớn hơn.

Hình VII-37f, xe từ đường chính ở trước cầu nên rất thuận lợi cho nhận biết của lái xe, rút ngắn hành trình xe và bảo đảm tốc độ rẽ xe được lớn hơn.

Hình VII-39g có 3 dốc chéo. Việc chọn góc nào không dốc chéo tùy thuộc giới hạn đường đỏ. Riêng dạng này có đặc điểm là chiều a-b xe rẽ phải và rẽ trái ở 2 điểm khác nhau (trước và sau cầu). Thường dùng khi hướng a-b và c-d lưu lượng xe tương tự nhau.



Hình VII-35 : Nút giao nhau hình kim cương. Các dạng cơ bản

5. Nút giao nhau trực tiếp và bán trực tiếp

Nút giao nhau trực tiếp và bán trực tiếp là vấn đề chung của nút giao nhau khác mức. Nó liên quan đến giảm cự li chạy xe rẽ trái, rẽ phải qua nút giao nhau, tăng tốc độ, tránh đoạn trộn lẫn dòng xe và thòng lọng. Giải pháp tốt nhất là rẽ trực tiếp, sau đến cấu tạo dốc chéo bán trực tiếp (tức là gồm cả rẽ phải rồi rẽ trái), cuối cùng là thòng lọng.

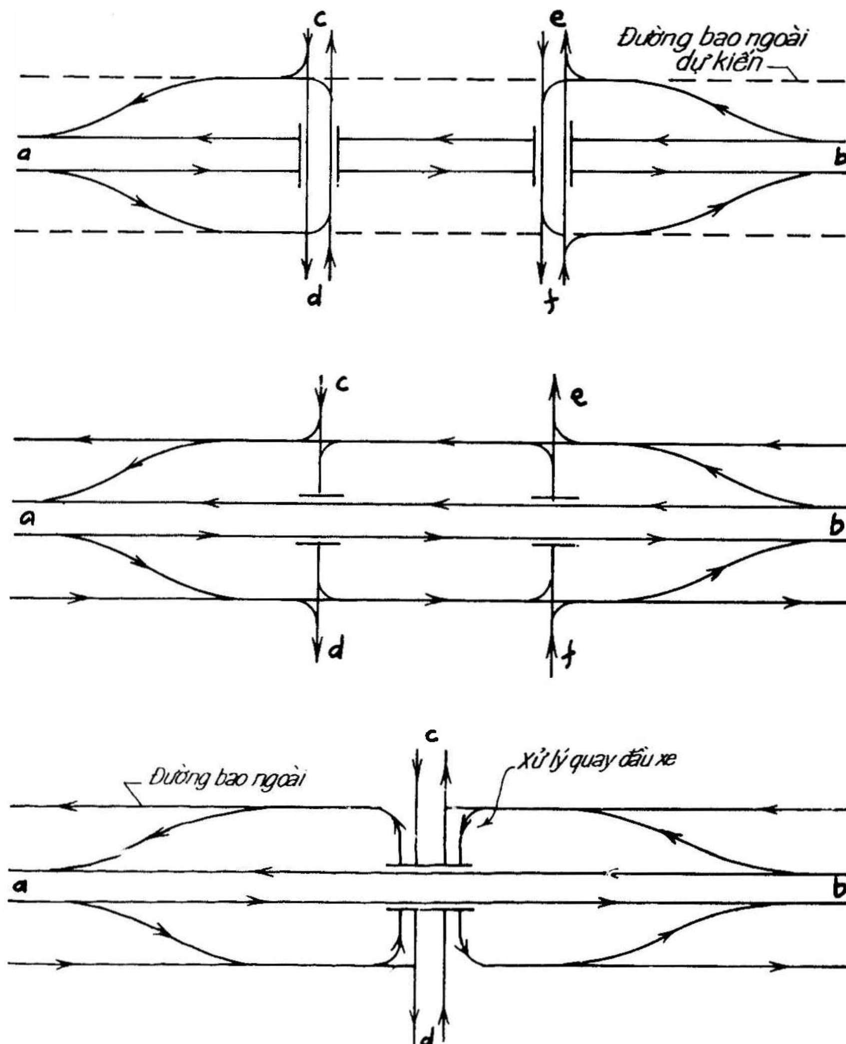
Thông thường đoạn tiếp nối trực tiếp được thiết kế 2 làn xe. Trường hợp này, năng lực thông xe của dốc chuyển dòng xe thường xấp xỉ bằng đường chính.

Trong vùng ngoài đô thị, yêu cầu thiết kế nút giao nhau khác mức dự kiến ban đầu là trực tiếp thường cần 1 – 2 cánh góc với xe rẽ trái qua thòng lọng, hoặc qua đường dốc chéo rồi rẽ trái cùng mức đường phụ. Ít nhất có 2 cầu vượt ở nút giao nhau như vậy.

Nối trực tiếp được định nghĩa là khi xe chạy 1 chiều và rẽ không chệch hướng nhiều so với hướng định đi tới.

Giao nhau khác mức có 1 hoặc toàn bộ chiều xe rẽ trái trực tiếp được gọi là giao nhau khác mức trực tiếp. Ngay cả khi chiều xe rẽ trái từ đường phụ là qua thòng lọng.

Nút giao nhau có nhiều điểm nối không trực tiếp hơn điểm nối vào thòng lọng, gọi là nút giao nhau khác mức bán trực tiếp. Tất cả rẽ trái hoặc các điểm rẽ trái chính có thể là bán trực tiếp trên bình đồ.



Hình VII-36 : Nút giao nhau hình kim cương có đường bao ngoài

Nút giao nhau khác mức trực tiếp hoặc bán trực tiếp thường có nhiều hơn một nút giao cắt khác mức (tức là có ít nhất 2 cầu vượt).

Nút giao nhau khác mức chính đường đô thị yêu cầu có một (hoặc nhiều hơn) điểm rẽ trái trực tiếp, bán trực tiếp.

Việc thiết kế đường chuyển dòng xe ở 1 hoặc 2 góc thường dựa trên lưu lượng xe chạy. Nói chung nối trực tiếp hoặc bán trực tiếp so với thòng lọng có hành trình xe chạy ngắn hơn, tốc độ xe cao hơn, mức độ phục vụ tốt hơn và tránh được các đoạn trộn dòng xe.

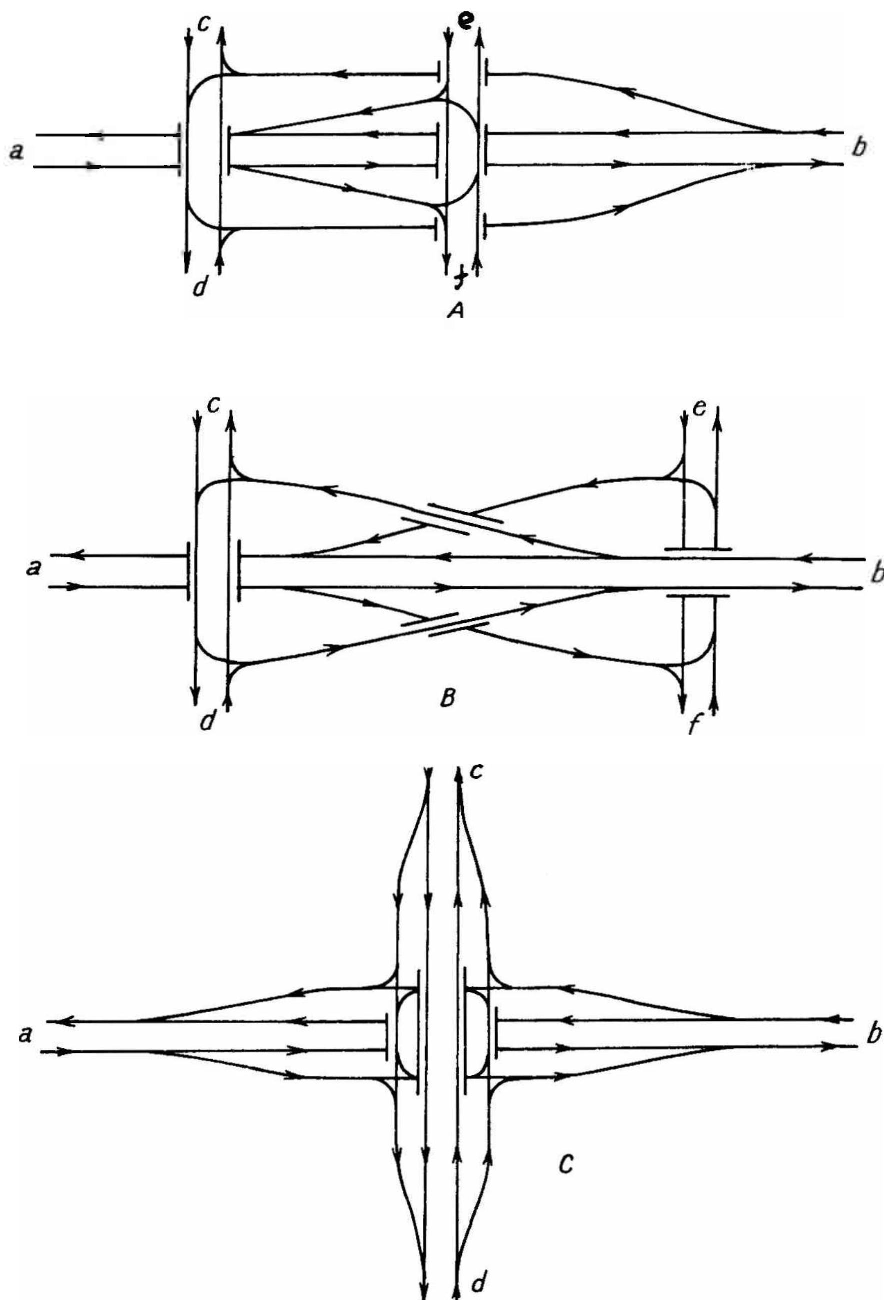
Có nhiều sơ đồ nút giao nhau khác mức trực tiếp sử dụng kết hợp cách nối trực tiếp, bán trực tiếp, thòng lọng. Bất kì sơ đồ nào cũng có thể được áp dụng cho điều kiện thích hợp, nhưng chỉ có một số ít là thông dụng. Các sơ đồ này thường đạt yêu cầu là chiếm ít mặt bằng, ít kết cấu phức tạp, ít có đoạn trộn dòng xe, phù hợp địa hình và điều kiện giao thông.

Hình VII-40, VII-41 giới thiệu các dạng cơ bản của nút giao nhau khác mức bán trực tiếp và trực tiếp, có và không có đoạn trộn dòng xe.

Với chiều xe rẽ trái tách và nhập không nên có đoạn trộn dòng xe khi dùng nút giao nhau khác mức trực tiếp. Nhưng khi địa hình không cho phép, chỉ dùng cho chiều xe rẽ trái có lưu lượng lớn.

Loại giao nhau khác mức trực tiếp thông dụng nhất trên thế giới hiện nay là 4 cao độ như hình VII-42b. Khi 2 đường chính gặp nhau, cả 4 nhánh đều rẽ trái, rẽ phải trực tiếp thể hiện trên hình VII-42c.

Hình VII-43 là thí dụ thực tế một nút giao nhau khác mức của 2 đường cao tốc vùng ngoại ô. Nút này có đặc điểm là có đoạn trộn dòng xe của 2 chiều xe rẽ trái.



Hình VII-37 : Nút giao nhau hình kim cương kiểu giao chéo

6. Một số dạng nút giao nhau khác mức khác

Hình VII-44 là "nút giao nhau khác mức phụ trợ" (Offset Interchanges) với đặc điểm :

- Bổ sung cấu tạo cho ngã tư giao nhau giữa 2 đường cao tốc thành 2 ngã 3 dạng kèn Trompet.

- Đường dốc chéo chuyển dòng xe nối 2 ngã ba thực chất là một đường cao tốc với nhiều cầu vượt chạy qua nhiều dãy phố, nhằm đáp ứng lưu lượng xe lớn chạy theo 2 chiều a-d, d-a.

- Đường dốc chéo này, đồng thời là đường nối tiếp với giao thông của một khu phố bằng một nút giao thông hình kim cương.

Nút giao nhau này, cần kết hợp với biển chỉ dẫn chiều xe chạy rõ ràng.

Ngoài ra, còn có "nút giao nhau khác mức kết hợp" (Combination Interchange) như :

Nút giao nhau hình kim cương, có một chiều xe rẽ trái trực tiếp với các cầu vượt ở một tầng cao độ riêng, nhằm đáp ứng lưu lượng xe rẽ trái lớn.

Nút giao nhau hình kim cương và 1 cánh hoa thị.

VII-8. MỘT SỐ VẤN ĐỀ KHÁC VỀ NÚT GIAO NHAU KHÁC MỨC

1. Lựa chọn kiểu nút giao nhau khác mức theo đường ngoài đô thị và đường đô thị.

Nút giao nhau khác mức còn được phân chia thành 2 loại :

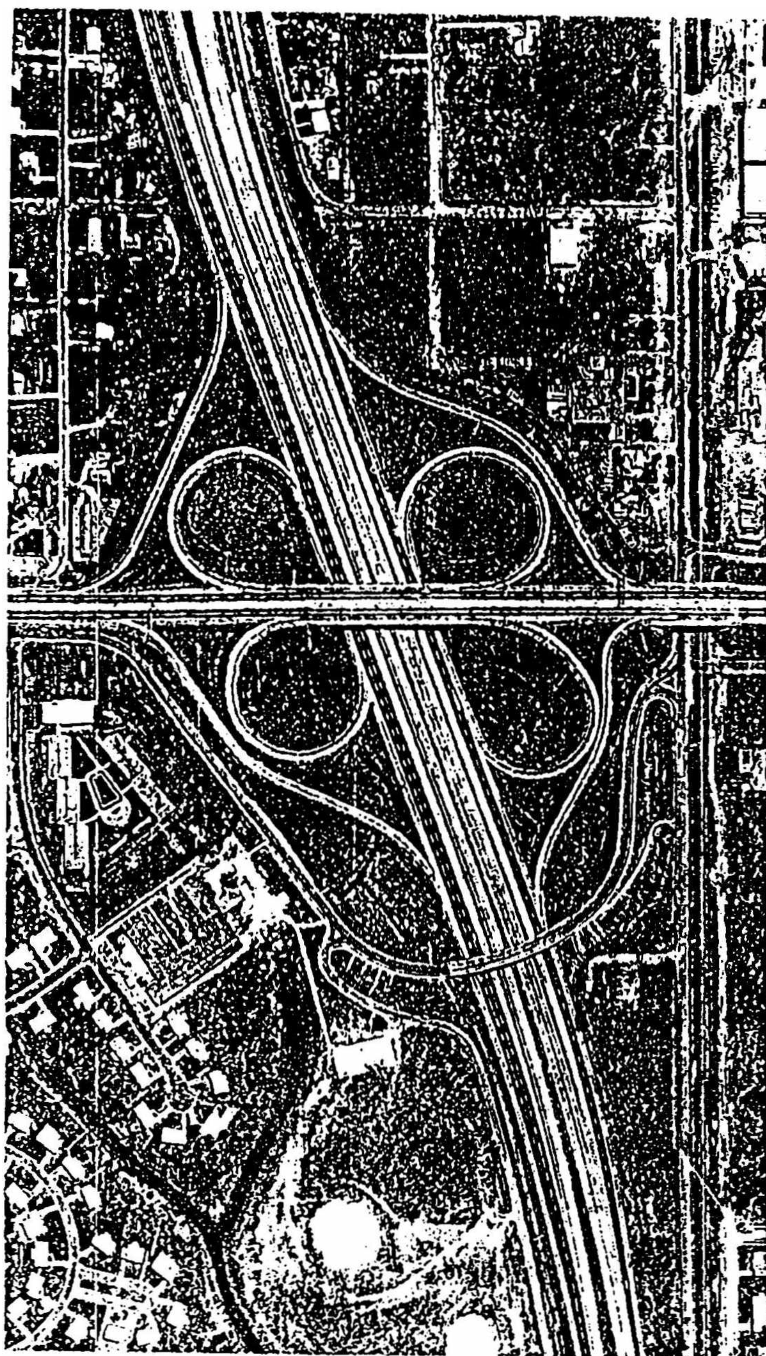
- Nút giao nhau giữa đường cao tốc với đường cao tốc là "nút hệ thống" (systems interchanges)
- Nút giao nhau giữa đường cao tốc với đường cấp thấp hơn là "nút phục vụ" (service interchanges)

Nút giao nhau khác mức đường ngoài đô thị, do ít bị giới hạn nên có thể thiết kế độc lập từng nút một mà ít ảnh hưởng đến các nút khác.

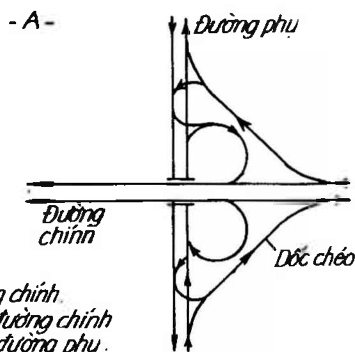
Nút giao nhau khác mức đường đô thị yêu cầu được phân tích xem xét các điều kiện phổ biến, sao cho hoàn chỉnh được cấu tạo hình học có tính khả thi trong mọi nút giao nhau.

Các phương án so sánh "nút hệ thống" cần theo nguyên tắc sau :

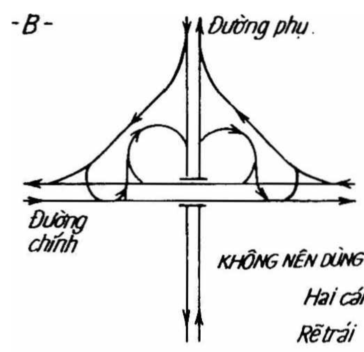
- Bảo đảm năng lực thông xe
- Chạy xe liên tục
- Có cùng điểm tách dòng xe
- Điểm tách riêng biệt và trước cầu vượt
- Có hoặc không có đoạn trộn dòng xe
- Tầm nhìn thông thoáng
- Giá thành thích hợp
- Phù hợp giới hạn đường đỏ cho phép
- Thuận lợi cho phân kì xây dựng
- Phù hợp môi trường xung quanh



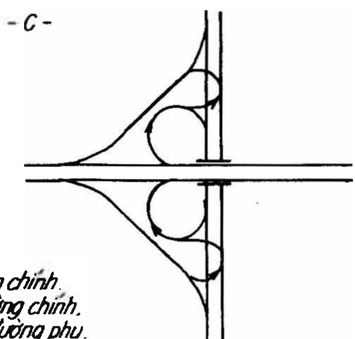
Hình VII-38 : Nút giao nhau hình hoa thị đủ giữa đường cao tốc và đường phố chính



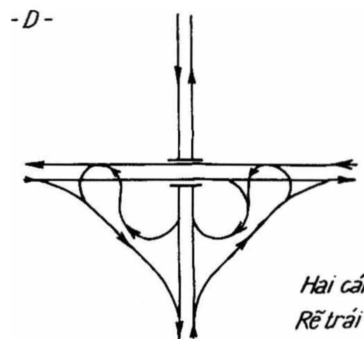
Hai cánh ở hai phía đường chính.
Rẽ trái: Không có trên đường chính; Có 4 điểm trên đường phụ.



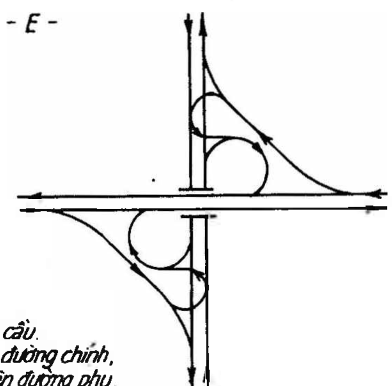
Hai cánh ở cùng phía đường chính.
Rẽ trái: Có 4 điểm trên đường chính; Không có trên đường phụ.



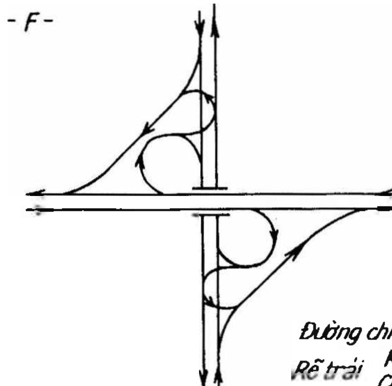
Hai cánh ở hai phía đường chính.
Rẽ trái: Không có trên đường chính, Có 4 điểm trên đường phụ.



Hai cánh ở cùng phía đường chính.
Rẽ trái: Có 4 điểm trên đường chính. Không có trên đường phụ.

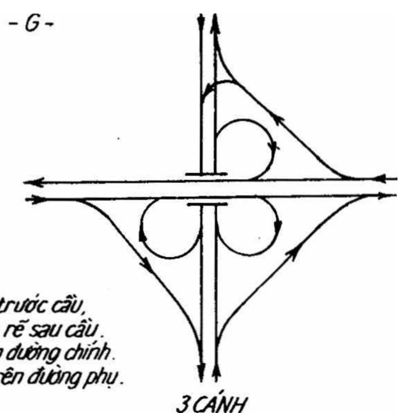


Đường chính rẽ trước cầu.
Rẽ trái: Không có trên đường chính, Có 4 điểm trên đường phụ.



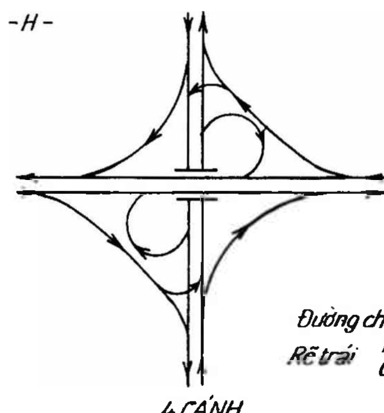
Đường chính rẽ sau cầu.
Rẽ trái: Không có trên đường chính. Có 4 điểm trên đường phụ.

CÓ 2 CÁNH ĐỐI DIỆN



Hai đường rẽ chính trước cầu, một đường rẽ sau cầu.
Rẽ trái: Không có trên đường chính. Có 4 điểm trên đường phụ.

3 CÁNH



Đường chính rẽ trước cầu.
Rẽ trái: Không có trên đường chính. Có 4 điểm trên đường phụ.

4 CÁNH

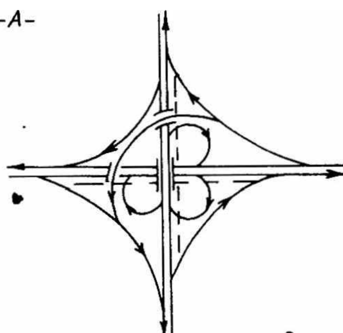
***Hình VII–39** : Nút giao nhau hình hoa thị khuyết*

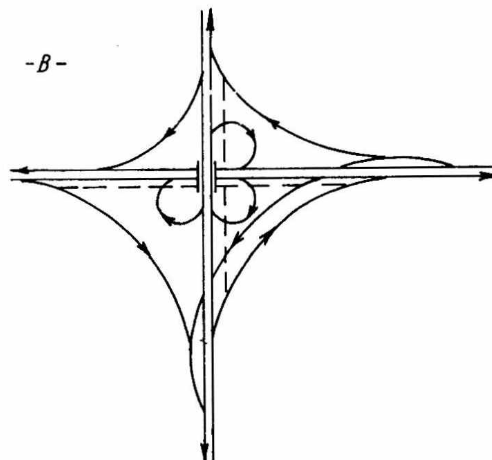
2. Nhầm đường vào nút giao nhau khác mức

Nhầm đường vào nút giao nhau trên đường cao tốc, đường trục chính là vấn đề không thường xuyên xảy ra, nhưng cần phải được xem xét nghiêm túc để phòng ngừa. Vì nếu sự cố xảy ra sẽ gây tai nạn rất nghiêm trọng.

Do đó, thiết kế phải bảo đảm tầm nhìn, có hệ thống biển báo đầy đủ, hợp lí.

Nhầm đường vào nút thường xảy ra ban đêm, mặc dù lưu lượng xe ít nhưng do biển báo nhìn không rõ, hệ thống chiếu sáng không đầy đủ.





Hình VII–40 : Nút giao nhau khác mức bán trực tiếp, có đoạn trộn dòng xe

3. Dốc chuyển dòng xe

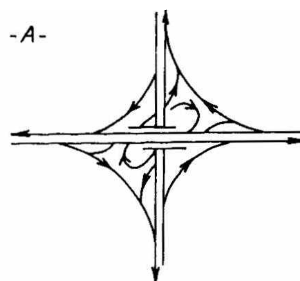
Có thể nói : sau khi một nút giao nhau khác mức được định dạng thì nội dung thiết kế cụ thể sẽ là thiết kế dốc chuyển dòng xe và cầu vượt. Ở đây chỉ giới thiệu tóm tắt một số tiêu chuẩn thiết kế chính.

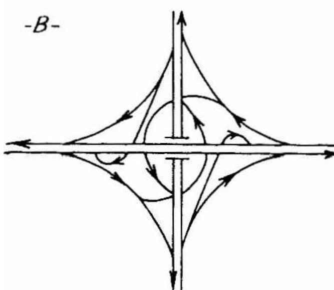
Thuật ngữ dốc chuyển dòng xe dùng chung cho mọi loại đường nối hai (hay nhiều hơn hai) nhánh của một nút giao nhau.

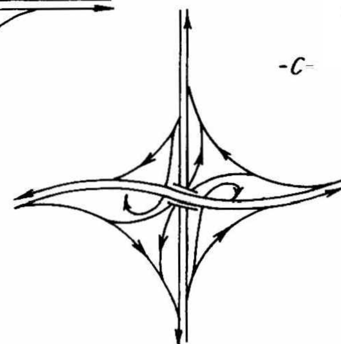
a) Các dạng điển hình của dốc chuyển dòng xe

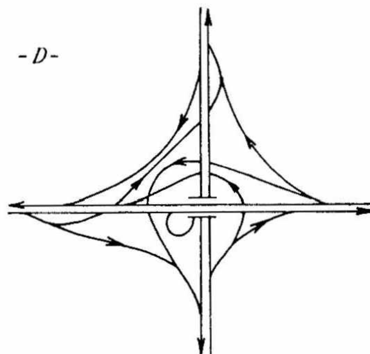
Hình VII–46 giới thiệu các dạng điển hình của dốc chuyển dòng xe. Ta có nhiều cách kết hợp các dạng này trong một nút giao nhau khác mức.

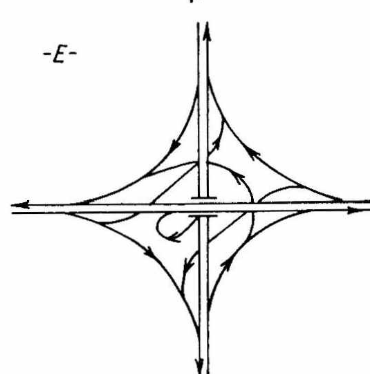
Thí dụ : Nút 3 nhánh dạng kèn Trompet bao gồm 1 thòng lọng, 1 dốc bán trực tiếp, 2 dốc rẽ phải trực tiếp hoặc dốc chéo.



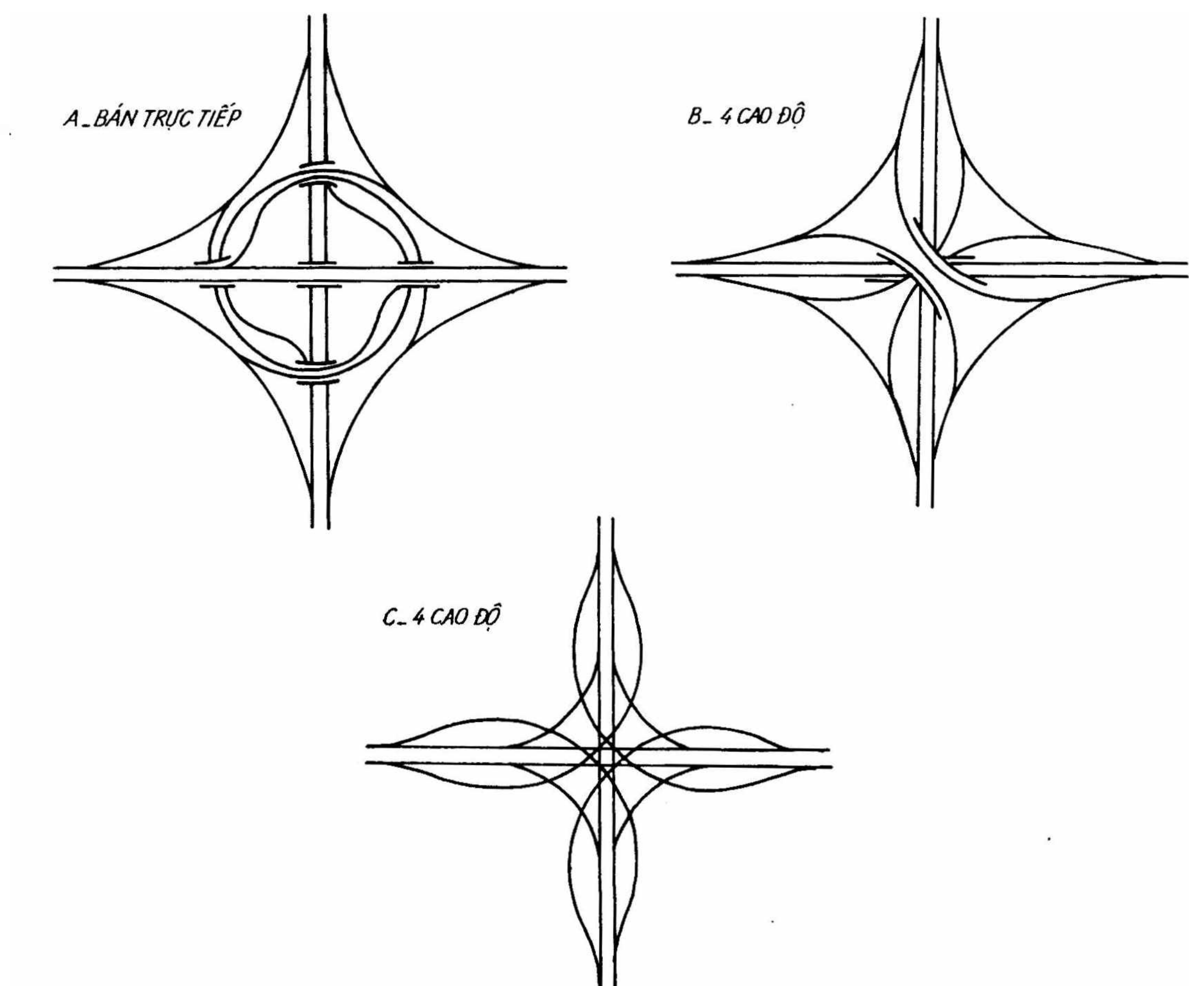




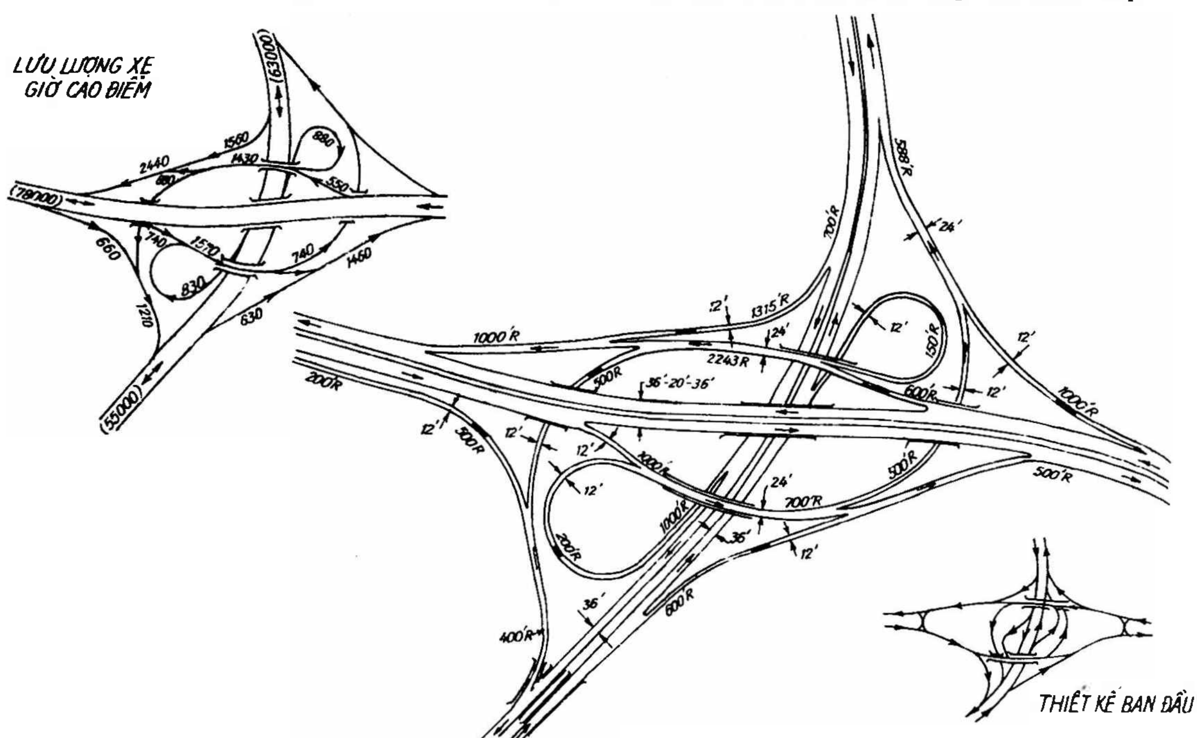




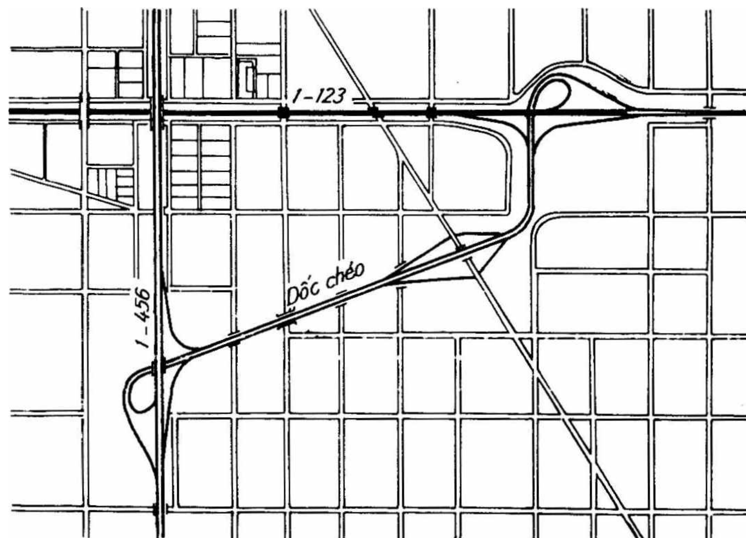
Hình VII–41 : Nút giao nhau khác mức, không có đoạn trộn dòng xe



Hình VII–42 : *Nút giao nhau khác mức 4 tầng cao độ, bán trực tiếp và trực tiếp*



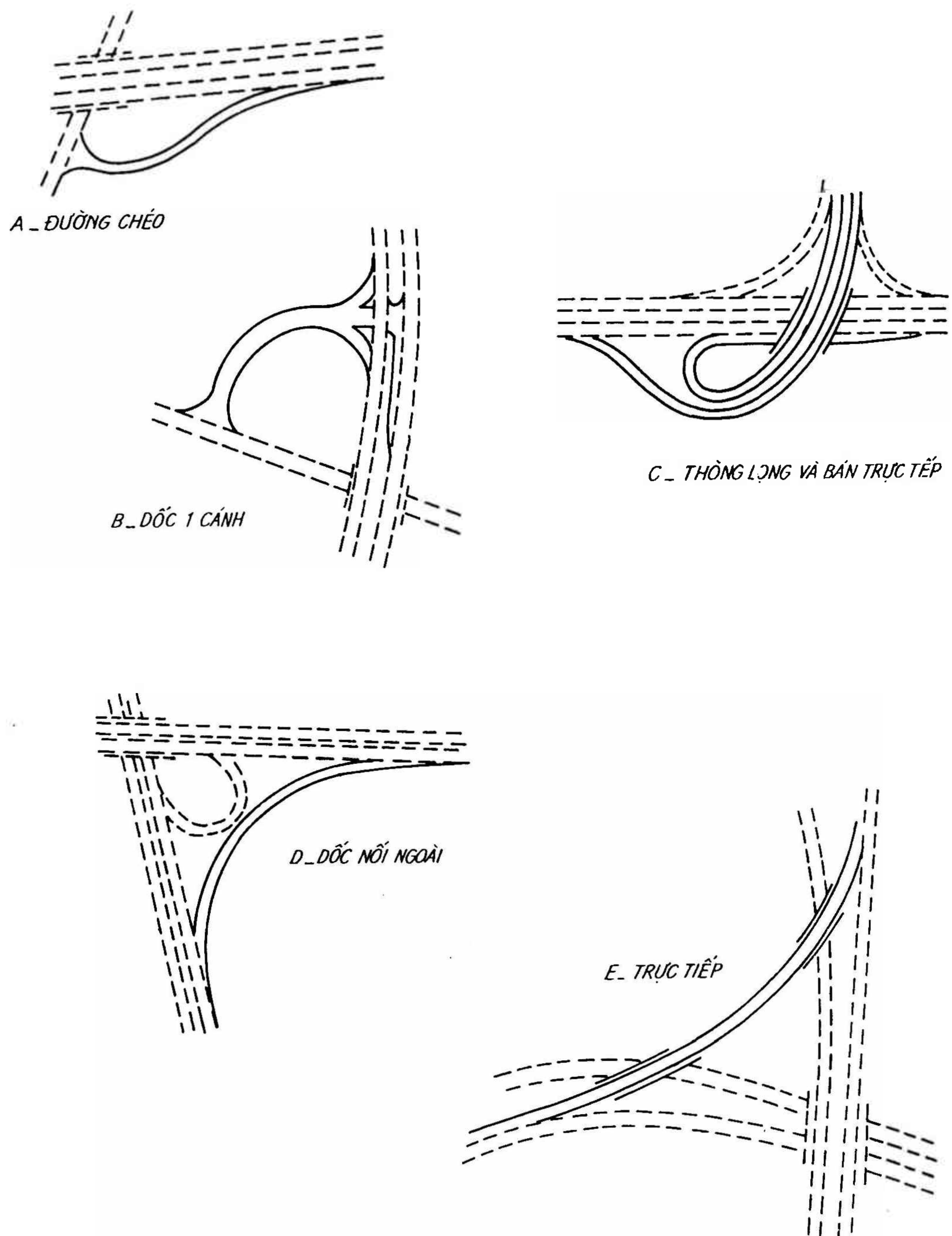
Hình VII–43 : *Thí dụ nút giao nhau khác mức giữa 2 đường cao tốc, vùng ngoại ô*



Hình VII-44 : Nút giao nhau khác mức phù trợ

LOẠI NÚT GIAO NHAU		NGOÀI ĐÔ THỊ	NGOẠI Ô	ĐÔ THỊ
Đường hoặc phố khu vực	Giao nhau phục vụ			
Đường tập hợp và chính				
Đường cao tốc	Giao nhau hệ thống			

***Hình VII-45** : Giới thiệu khái quát tương quan chọn nút giao nhau khác mức đường ngoài đô thị và đường đô thị*



***Hình VII–46** : Các dạng điển hình của dốc chuyển dòng xe*

b) Tốc độ thiết kế trong dốc chuyển dòng xe

Bảng VII-2 giới thiệu tốc độ thiết kế trong đoạn dốc chuyển dòng xe theo AASHTO. Đây không phải là tốc độ thường xuyên áp dụng, mà chỉ dùng khi cần thiết.

Bảng VII-2

Tốc độ thiết kế trong dốc chuyển dòng xe

Tốc độ thiết kế của đường, mph *(km/h)*	30 (48)	40 (64)	50 (80)	60 (96)	65 (104)	70 (112)
Tốc độ thiết kế trong dốc						
- Giới hạn trên 85%, mph *(km/h)*	25 (40)	35 (56)	45 (72)	50 (80)	55 (88)	60 (96)
- Giới hạn giữa 70%, mph *(km/h)*	20 (32)	30 (48)	35 (56)	45 (72)	45 (72)	50 (80)
- Giới hạn dưới 50%, mph *(km/h)*	15 (24)	20 (32)	25 (40)	30 (48)	30 (48)	35 (56)
Bán kính tối thiểu tương ứng, ft, (m), ứng với e = 0,06	273 (82)	509 (152)	849 (255)	1348 (404)	1637 (491)	2083 (625)

Tốc độ thiết kế trong dốc chuyển dòng xe chỉ áp dụng trong đoạn dốc và đường cong trong dốc. Không áp dụng ở cuối đoạn nối với đường chính, vì tốc độ đoạn này cần phù hợp với tốc độ đường chính.

Dốc chéo rẽ phải thường dùng tốc độ giới hạn giữa 70%

Đoạn thòng lọng thường dùng tốc độ giới hạn dưới

c) Độ dốc thiết kế trong dốc chuyển dòng xe

Nói chung, độ dốc tùy thuộc tốc độ thiết kế dùng trong dốc chuyển dòng xe V_{tk}

V_{tk} = 45 - 50mph (72 - 80 km/h) i = 3 - 4%

V_{tk} = 35 - 40mph (56 - 64 km/h) i = 4 - 6%

V_{tk} = 25 - 30mph (40 - 48 km/h) i = 5 - 7%

V_{tk} = 15 - 25mph (24 - 40 km/h) i = 6 - 8%

d) Bề rộng mặt đường trong dốc chuyển dòng xe

Bề rộng mặt đường trong dốc chuyển dòng xe được xác định trên cơ sở đường cong, lưu lượng xe, loại xe. Đây là bề rộng mặt đường trong đường cong của dốc chuyển dòng xe, đã xét bao gồm cả phần mở rộng mặt đường cần thiết.

Bảng VII-3 giới thiệu bề rộng mặt đường trong dốc chuyển dòng xe theo 3 điều kiện giao thông :

- Điều kiện GT.A : xe du lịch P là chủ yếu, có một số xe tải đơn SU
- Điều kiện GT.B : đáp ứng yêu cầu xe SU, có một xe rơmoóc
- Điều kiện GT.C : đáp ứng yêu cầu xe buýt và một số xe khác

Cách phân loại điều kiện giao thông A, B, C trên có tính chất khái quát, thực tế khi thiết kế cần xem xét chi tiết hơn theo số liệu về lưu lượng xe, phần trăm loại xe theo mỗi chiều xe chạy (tham khảo mục VII-3).

Nói chung, có thể coi điều kiện GT.A chỉ có một ít xe tải, điều kiện GT.B có 5 - 10% xe tải, điều kiện GT.C có lượng xe tải lớn hơn nữa.

Bảng VII-3

Bề rộng thiết kế mặt đường trong dốc chuyển dòng xe

Bề rộng mặt đường (ft)									
	Trường hợp I : 1 làn, 1 chiều, không dự kiến xe rơmoóc			Trường hợp II : 1 làn, 1 chiều, có dự kiến xe rơmoóc			Trường hợp III : 2 làn, 1 hoặc 2 chiều		
Bán kính mép trong mặt đường R (ft)				Điều kiện giao thông thiết kế					
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
50	18	18	23	23	25	29	31	35	42
75	16	17	19	21	23	27	29	33	37
100	15	16	18	20	22	25	28	31	35
150	14	16	17	19	21	24	27	30	33
200	13	16	16	19	21	23	27	29	31
300	13	15	16	18	20	22	26	28	30
400	13	15	16	18	20	22	26	28	29
500	12	15	15	18	20	22	26	28	29
Tangent	12	15	15	17	19	21	25	27	27
Bề rộng điều chỉnh theo mép mặt đường gia cố									
Không gia cố vai đường	Không			Không			Không		
Bó vỉa	Không			Không			Không		
Rào chắn 1 phía	Cộng 1ft			Không			Cộng 1ft		
2 phía	Cộng 2 ft			Cộng 1ft			Cộng 2 ft		
Có gia cố vai đường 1 hoặc 2 phía	Không			Giảm bề rộng vai đường. Bề rộng mặt tối thiểu như trường hợp I			Giảm 2ft ở nơi vai đường rộng ≥ 4t		

Ghi chú :

A : dùng cho xe P, dự kiến một số xe SU

B : đáp ứng xe SU thiết kế, có xem xét xe bán rơmoóc

C : đáp ứng xe buýt - các xe khác theo thiết kế.

e) Vai đường và tĩnh không cạnh bên của dốc chuyển dòng xe

– Trên cơ sở quy định ở bảng VII-3, bề rộng vai đường trường hợp I và II (1 làn xe, 1 chiều) cộng thêm 10 - 12ft (3 - 3,6m) nhưng tổng số bề rộng nền đường không quá 26ft (7,8m).

Thí dụ : với bán kính R = 400ft, tùy theo chiều cong của dốc chuyển dòng xe, tương quan bề rộng vai đường + mặt đường + vai đường có thể là :

Trường hợp IC : 2 - 16 - 8 hoặc 4 - 16 - 6ft

Trường IIC : 2 - 22 - 2ft

Để bảo vệ mặt đường, vai đường cũng có cấu tạo phủ mặt mỗi bên rộng 2 - 4ft (0,6 - 1,3m).

– Trường hợp III một chiều, vai đường có phủ mặt rộng thêm cả 2 phía 10 - 12ft (3 - 3,6m).

– Đường dốc chuyển dòng xe rẽ phải trực tiếp có tốc độ thiết kế lớn hơn 40mph (64 km/h) có vai đường phủ mặt bên phải rộng 8 - 10ft (2,4 - 3,0m), bên trái rộng 2 - 6ft (0,6 - 1,8m).

– Tĩnh không cạnh của đường dốc chuyển dòng xe cách mép đường phía phải chiều xe chạy ít nhất 6ft (1,8m), nên áp dụng 8 - 10ft (2,4 - 3,0m). Với mép đường phía trái ít nhất 4ft (1,2m).

– Đoạn dốc chuyển dòng xe chui dưới cầu vượt, bề rộng phủ mặt của vai đường không đổi và rộng về mỗi bên ít nhất 4ft (1,2m).

– Đường dốc chuyển dòng xe vượt trên có bề rộng bằng bề rộng mặt cầu

– Đường tiếp giáp giữa mặt đường và vai đường cần kẻ vạch mầu đánh dấu

– Bó vỉa sẽ được dùng ở 2 đầu dốc chuyển dòng xe khi thấy cần thiết, hoặc khi có cấu tạo đường bộ hành. Đường tốc độ cao có thể dùng bó vỉa thành cao đặt ở mép ngoài vai đường.

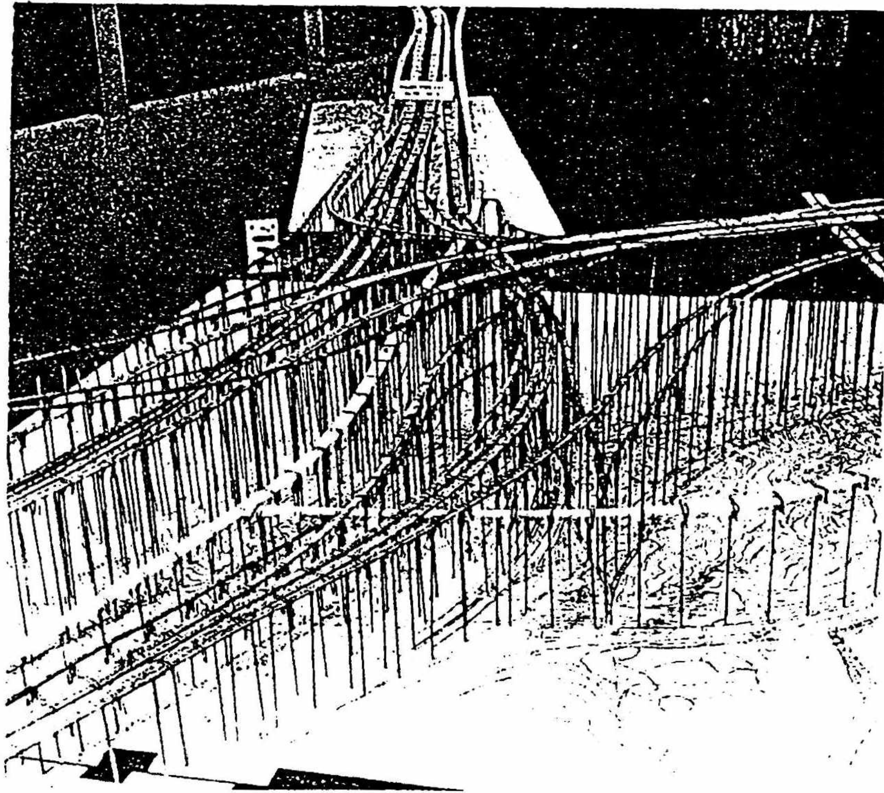
f) Khoảng cách giữa 2 điểm vào – ra của dốc chuyển dòng xe

Tùy cấu tạo hình học nút giao nhau khác mức, tương quan cự li điểm vào và ra khỏi dốc chuyển dòng xe có nhiều dạng khác nhau. Để bảo đảm tầm nhìn, hình VII-47 giới thiệu quy định khoảng cách tối thiểu của mối tương quan này.

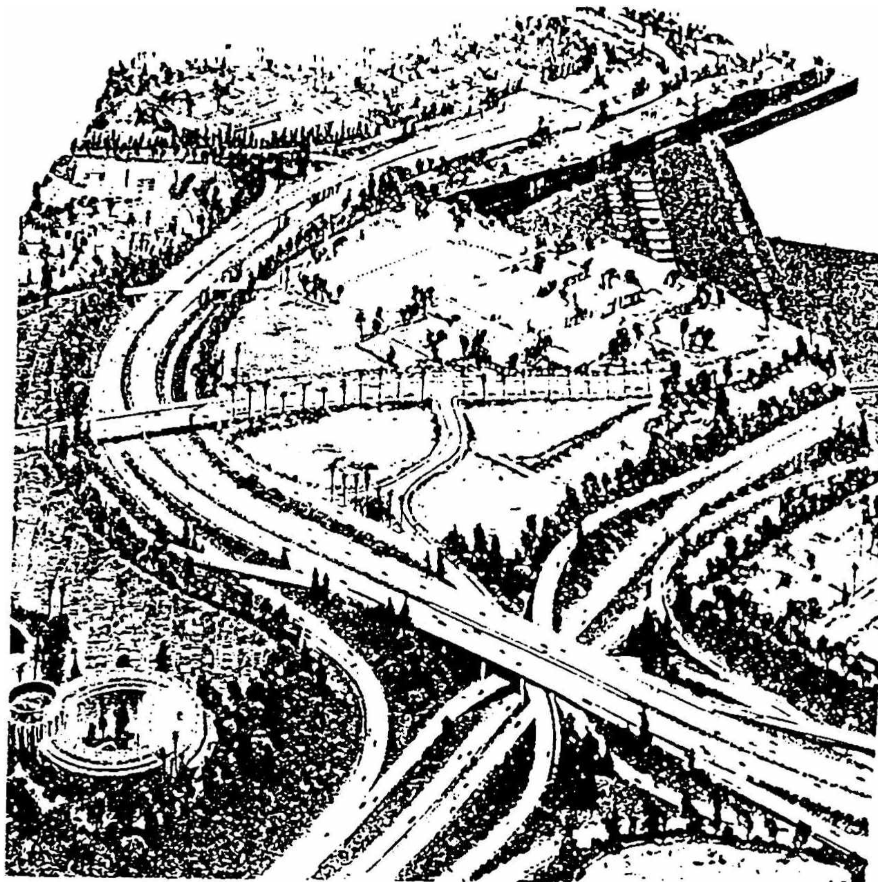
V-V HOẶC R-R		R-V		ĐƯỜNG RẼ		V-R (TRỘN DÒNG XE)			
L		L		L		L* (* Không áp dụng cho đường hoa thị.)			
Cao tốc	CDR hoặc FDR	Cao tốc	CDR hoặc FDR	Nút hệ thống	Nút phục vụ	Từ nút hệ thống tới nút phục vụ		Từ nút phục vụ tới nút phục vụ	
						Cao tốc	CDR hoặc FDR	Cao tốc	CDR hoặc FDR
CHIỀU DÀI TỐI THIỂU ĐOẠN VÀO VÀ RA CỦA DỐC									
1000	800	500	400	800	600	2000	1600	1600	1000

GHI CHÚ : FDR : Cao tốc tách ra; CDR : Cao tốc nhập vào; V : Vào; R : Ra

Hình VII-47 : Khoảng cách tối thiểu các điểm vào – ra của đường dốc chuyển dòng xe



Hình VII–48 : Mô hình nút giao nhau khác mức dạng chốt cắm



Hình VII–49 : Mô hình dầy dủ nút giao nhau khác mức

4. Dựng mô hình thiết kế nút giao nhau khác mức

Với một nút giao nhau khác mức, nhất là với nút nhiều tầng cao độ, các phương án thiết kế nên và cần phải dựng thành mô hình để xem xét được trực quan, dễ dàng phân tích ưu khuyết.

Có 2 cách dựng mô hình :

Đơn giản nhất là trên bản vẽ bình đồ cao độ khu vực nút giao nhau, dùng các chốt cắm và dải băng mềm để định vị trí, cao độ của nút giao nhau với vị trí cầu vượt, đường dốc chuyển dòng xe... Xem hình VII-48.

Hoàn chỉnh hơn, dựng mô hình đầy đủ với cấu tạo hình học nút giao nhau, cảnh quan xung quanh như nhà cửa, cây cối... Xem hình VII-49.

5. Thiết kế kết cấu cầu vượt trong nút giao nhau khác mức

Một nút giao nhau khác mức, có thể có một hoặc nhiều cầu vượt. Kết cấu cầu vượt có thể nằm trên đường thẳng, hoặc trên đường cong nhưng vẫn thẳng. Với các cầu như vậy, việc thiết kế nói chung tương đối quen thuộc. Tuy vậy, rất phức tạp là khi phải thiết kế cầu cong trong không gian. Vấn đề này sẽ được đề cập đến ở chương VIII.

Chương VIII

THIẾT KẾ CẦU CONG TRONG HỆ KHÔNG GIAN

VIII-1. GIỚI THIỆU CHUNG

Mục VII-7 đã giới thiệu về nút giao nhau khác mức với nhiều tầng cao độ, với những đường cong phức tạp của cầu vượt.

Trong những năm tới, Việt Nam sẽ xây dựng hàng chục nút giao nhau khác mức, trong đó có thể có một phương án cần thiết kế cầu vượt dạng cong trong không gian. Trong chương này sẽ giới thiệu một số nội dung thiết kế cơ bản, trên cơ sở tham khảo tài liệu "Thiết kế cầu trong hệ không gian phức tạp" của giáo sư M.E.Ghipman.

Mục đích xây dựng các nút giao nhau khác mức với cầu cong trong không gian, ngoài yêu cầu giao thông thuần túy còn có yêu cầu mĩ quan về kiến trúc rất cao, nó là bộ mặt của thành phố.

Hệ thống cầu vượt của một nút giao nhau, yêu cầu cơ bản là giảm đến mức tối thiểu không gian bị chiếm dưới cầu. Số lượng mố trụ ít sẽ rất cần thiết để tránh phải di chuyển mạng lưới công trình ngầm nằm trong phạm vi móng công trình. Vì vậy mố trụ cầu vượt trong thành phố thường có cấu tạo một cột hoặc hình dạng kiến trúc khác thường. Kết cấu nhịp cũng phải thiết kế theo yêu cầu kiến trúc.

1. Đặc điểm cấu tạo và chịu lực của cầu cong trong không gian

Hiện nay, phổ biến nhất là dùng kết cấu cầu vượt bằng bê tông cốt thép. Ngoài ra, cũng có loại bằng thép hoàn toàn, hoặc dầm thép liên hợp với bản mặt cầu bê tông cốt thép.

Cầu cong thường có tiết diện ngang phức tạp. Thông thường là tiết diện hình hộp có 1 hoặc nhiều ngăn, bảo đảm độ cứng tốt cho cầu. Hình dạng tiết diện là hình viên phân hoặc hình thang, dạng đường cong đối xứng hoặc không đối xứng. Việc xác định các đặc trưng hình học của những tiết diện như vậy khá phức tạp và mất nhiều thời gian.

Cấu tạo kết cấu nhịp trong không gian 3 chiều, loại phân nhánh hoặc vòng khuyên, đòi hỏi phải xác định tất cả các yếu tố nội lực trong tiết diện : lực dọc trục, hai thành phần mô men uốn, mô men xoắn và 2 thành phần lực cắt do bất kì tải trọng nào gây ra. Phương của lực quán tính chính của mỗi tiết diện cũng như tất cả phản lực gối đều phải xác định trong không gian 3 chiều.

Trụ của công trình thường làm việc chung với kết cấu nhịp, tiếp nhận tất cả các ngoại lực và bản thân nó cũng tham gia làm việc cùng với kết cấu nhịp. Sơ đồ tĩnh học phức tạp của kết cấu không gian phải được phân tích tỉ mỉ, kĩ lưỡng để xác định bậc siêu tĩnh và các ẩn số dư của hệ.

Dưới tác dụng của tải trọng, chuyển vị của công trình có thể theo hướng bất kì trong không gian, kéo theo sự cong vênh và xoắn vặn.

Ứng suất đàn hồi trong các tiết diện của kết cấu nhịp và mố trụ phụ thuộc vào dạng tiết diện và phải được xác định theo tất cả các lực tác dụng. Trong các loại tiết diện thành mỏng

của kết cấu nhịp còn xuất hiện các ứng suất phụ do các phần tử bị xoắn cưỡng bức gây ra. Đôi khi kết cấu làm bằng nhiều loại bê tông có tính chất khác nhau làm ảnh hưởng đến việc phân bố ứng suất trên các tiết diện, đặc biệt là nếu các lớp bê tông này tham gia làm việc chung với công trình trong nhiều giai đoạn khác nhau và với các tải trọng khác nhau. Cốt thép kéo trước trong kết cấu bê tông, ứng suất trước bị nóng cong trong không gian cũng gây nên tất cả các lực và ứng suất trong tiết diện.

Trong các kết cấu nhịp và mố trụ làm bằng bê tông cốt thép ứng suất trước, bằng thép – bê tông liên hợp, dưới tác dụng của tải trọng tĩnh hoặc các tải trọng lâu dài sẽ xuất hiện các biến dạng do từ biến của bê tông, do nén lệch tâm 2 chiều và do xoắn gây ra. Biến dạng do co ngót của bê tông cũng gây uốn trong không gian và xoắn. Nếu kết cấu bê tông cốt thép gồm nhiều loại bê tông thì biến dạng do từ biến và co ngót gây nên sự phân bố lại ứng suất trong các tiết diện.

2. Giả thiết tính toán ban đầu

Các phương pháp tính không gian cầu rất phức tạp, vì nó phải phản ảnh được sự làm việc của một hệ phức tạp. Trong trường hợp đơn giản có thể đưa về được các công thức tính toán, nhưng thông thường việc xét đầy đủ các yếu tố chỉ có thể thực hiện được khi dùng máy tính điện tử.

Lí thuyết tính toán giới thiệu trong chương này chỉ là các nội dung tính toán cơ bản về cầu cong trong hệ không gian, nhưng rất cần thiết. Trong các trường hợp đơn giản có thể tính trực tiếp theo các công thức, còn phức tạp hơn sẽ phải lập các chương trình tính toán trên máy tính, nhưng vẫn trên cơ sở phương pháp đã có.

Từ vài chục năm trước đây, thế giới đã nghiên cứu lí thuyết và thực nghiệm về cầu cong trong không gian và mặt bằng. Việc tính toán liên quan tới một loạt các phương pháp đặc biệt trong cơ kết cấu và toán học, và chỉ có thể hoàn thành được trên cơ sở các tiên đề khác nhau. Việc chọn các tiên đề và giả thiết trong tính toán chủ yếu phụ thuộc vào dạng kết cấu.

Chúng ta sẽ công nhận các giả thiết sau :

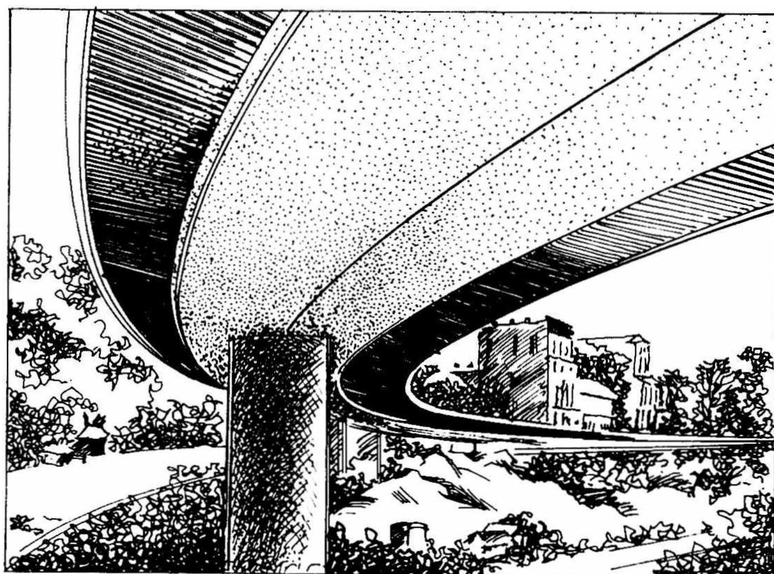
1. Kết cấu được xem xét như một hệ thanh bất kì, nối với nhau bằng các liên kết khác nhau.

2. Tiết diện ngang của thanh đặc hoặc thành mỏng khi chịu lực không thay đổi hình dạng chu tuyến.

3. Độ cong của thanh không ảnh hưởng đến sự phân bố biến dạng và phân bố ứng suất phẳng trong tiết diện.

4. Kết cấu chỉ biến dạng đàn hồi, trừ trường hợp từ biến và co ngót.

Các giả thiết trên cho phép coi các loại kết cấu phân nhánh, vành



Hình VIII–1 : Cầu vượt có một trụ cột cong phẳng

khuyên và cong trong không gian (hình VIII-1) như một hệ thanh không gian. Tuy nhiên trong thực tế có thể có sai lệch với làm việc thực của công trình.

Ví dụ, kết cấu nhịp có nhiều dầm liên kết với nhau tương đối mềm, hình dạng của tiết diện ngang có thể bị thay đổi. Tiết diện ngang hình hộp cũng có thể bị thay đổi chu tuyến trong thực tế chịu tải.

Ngoài ra, còn phân biệt thanh neo được coi là thanh đặc hoặc thành mỏng.

Trong các thanh có độ cong lớn thì gia thiết tiết diện phẳng sẽ không còn thích hợp nữa.

3. Lí thuyết tính toán

Người ta thường dùng lí thuyết về ma trận và véc-tơ để tính toán cầu cong trong không gian.

Cầu cong trong không gian thường có hình dạng đặc biệt, có vị trí bất kì trong không gian nên không có nhiều bộ phận giống nhau. Vì vậy để tính toán những cầu như vậy tốt hơn cả là giải quyết trên cơ sở các giả thiết đã nêu dưới dạng véc-tơ. Giả thiết như vậy sẽ cho các công thức không phụ thuộc vào tọa độ chọn, cho phép thể hiện rõ ràng tất cả các yếu tố lực, phân tích các tải trọng tác dụng và sơ đồ kết cấu theo các phương pháp của lí thuyết đồ thị. Dùng phương pháp phân tích véc-tơ không ảnh hưởng đến việc ứng dụng ma trận.

Dạng véc-tơ và ma trận của các phương trình cơ bản trong cơ học kết cấu sẽ làm đơn giản việc lập chương trình tính kết cấu trên máy tính điện tử. Cũng có thể tiến hành phân tích sơ đồ tĩnh học của kết cấu trên máy tính điện tử.

Vấn đề tính toán cầu bê tông cốt thép và thép-bê tông liên hợp theo co ngót và từ biến đã được nghiên cứu. Tuy nhiên hầu như không có công trình nào tính đến ảnh hưởng của co ngót và từ biến ở các hệ cong trong không gian có tiết diện không đối xứng, khi chịu nén lệch tâm xiên và xoắn.

Lí thuyết tính toán trình bày dưới đây sẽ không đặt vấn đề tính các hệ phức tạp của cầu trong giai đoạn phá hoại. Như đã công nhận giả thiết đầu tiên về giai đoạn đàn hồi.

Để lập chương trình cho máy tính, có thể chấp nhận trình tự sau :

1. Viết và giải các mối quan hệ cơ bản trong cơ học kết cấu cho một hệ thanh cứng bất kì dưới dạng véc-tơ hoặc ma trận.

2. Đưa các số liệu hình học của tiết diện kết cấu và sơ đồ chung của công trình dưới dạng véc-tơ và bằng các phương pháp của lí thuyết đồ thị. Các phương pháp này cho phép phân tích và tính toán trên máy tính điện tử.

3. Xét tới biến dạng theo thời gian trong các kết cấu có tiết diện không đối xứng khi chịu nén lệch tâm và chịu xoắn.

Dựa vào máy tính điện tử để rút ngắn thời gian thiết kế, ta có thể làm như sau :

1. Đưa vào máy in các thông tin đồ biểu, cho phép phân tích tính toán và trực tiếp nhận được bằng hình vẽ các sơ đồ kết cấu hoặc các chi tiết, có thể thay đổi hoặc hoàn thiện kết cấu trong quá trình tính toán.

2. Chính xác hoá và phát triển các phương pháp tính toán. Phân tích phạm vi ứng dụng của các phương pháp khác nhau nhằm sử dụng tốt nhất các phương pháp đơn giản và đủ độ chính xác cho từng kết cấu cụ thể.

3. Lập các hệ thống chương trình, có khả năng hoàn toàn tự động hóa tính toán các loại cầu khác nhau, xuất phát từ mặt cắt đã cho, các số liệu về địa chất và đo đạc tại vị trí cầu. Kết thúc là đưa ra được kích thước cơ bản của kết cấu nhịp và mố trụ của phương án kết cấu tối ưu.

4. Lập thư viện các bản thiết kế định hình cầu và các chương trình tìm kiếm. Từ đó lựa chọn được cách giải quyết tốt nhất cho điều kiện cụ thể từng cầu.

Phương hướng ứng dụng máy tính điện tử vào thiết kế cầu như trên rất cần được quan tâm ở Việt Nam. Nhất là với loại cầu cong trong không gian mà chúng ta chưa hề có.

VIII-2. XÁC ĐỊNH ĐẶC TRƯNG HÌNH HỌC CỦA TIẾT DIỆN KẾT CẤU NHỊP

1. Khái niệm chung

Tính toán nội lực và xác định ứng suất trong kết cấu đòi hỏi phải biết toàn bộ các đặc trưng hình học của tiết diện kết cấu đó, như diện tích, mô men tĩnh, vị trí trọng tâm, mômen quán tính... Thường thường người ta vẫn khảo sát các tiết diện trực giao với trục thẳng hoặc cong của các phần tử kết cấu.

Các đặc trưng hình học của tiết diện có hình dạng đơn giản và đối xứng với 1 trục hoặc 2 trục, được xác định bằng các công thức sức bền vật liệu không phức tạp lắm.

Tuy nhiên, trong các trường hợp phức tạp, kết cấu nhịp có dạng cong ở trong mặt phẳng (hình VIII-1) hoặc trong không gian (hình VII-43), tiết diện ngang của các phần tử có thể có dạng bất kì, không có trục đối xứng. Để xác định đặc trưng hình học của các loại tiết diện này, ta có thể theo một phương pháp tính khác, có thể sử dụng để tính cho mọi loại tiết diện thực tế có hình dạng khác nhau, theo cùng một loại công thức. Trong trường hợp này tất cả các loại tiết diện ta chỉ phân thành 2 dạng : tiết diện đặc và tiết diện thành mỏng. Hình thức của tiết diện đặc được xác định bởi chu tuyến, nhưng của tiết diện thành mỏng thì được xác định bởi chiều dày của thành mỏng theo hướng thẳng góc với đường trung bình và hình dạng của đường trung bình, tức là đường đi qua các điểm giữa của chiều dày thành tiết diện. Trường hợp đặc biệt là những tiết diện bao gồm các diện tích tập trung, tức là bao gồm các phần diện tích mà về lí thuyết có thể coi như tập trung tại trọng tâm của nó.

Mọi tiết diện chịu lực dưới tác dụng của tải trọng đều được coi như tuân theo quy luật ứng suất và tiết diện phẳng. Như vậy đặc trưng hình học của tiết diện, nếu được tổ hợp từ những vật liệu có tính chất khác nhau, có thể thay bằng những đặc trưng hình học tương đương (theo tỉ số mô đun đàn hồi hoặc mô đun cắt).

Đối với các tiết diện đặc của kết cấu, cần xác định những đặc trưng hình học như diện tích tương đương, vị trí trọng tâm của tiết diện tương đương, phương của các trục quán tính chính. Đối với tiết diện thành mỏng, ngoài những đặc trưng hình học trên, còn phải xác định thêm vị trí của tâm uốn và của điểm bắt đầu tính toán diện tích quạt, cũng như mô men quán tính quạt của tiết diện.

2. Đặc trưng hình học của tiết diện đặc có dạng cong

Ta hãy xét một tiết diện đặc bất kì có chu tuyến là một đường cong của kết cấu (hình VIII-2). Trong mặt phẳng của tiết diện, ta định ra một hệ tọa độ vuông góc bất kì với các

trục là v'' và w''. Trục thứ ba u'' lấy theo hướng thẳng góc với mặt phẳng của tiết diện. Các véc–tơ đơn vị theo hướng của các trục đó được kí hiệu tương ứng là **m**'', *l*'', và **n**''.

Phương trình đường cong của đường bao (chu tuyến) của tiết diện trong hệ tọa độ chọn được coi như đã cho trước, tức là giả thử rằng đã biết được phương trình xác định bán kính véc–tơ r từ gốc tọa độ tới điểm đang xét trên chu tuyến của tiết diện. Diện tích phân tố quét bởi véc–tơ đó, khi đầu véc–tơ di chuyển dọc theo chu tuyến một trị số dr, sẽ bằng tích véc–tơ (1).

$$\mathbf{dF} = \frac{1}{2}\mathbf{r}.\ \mathbf{dr} \qquad \text{(VIII-1)}$$

Như vậy toàn bộ diện tích tiết diện, giới hạn bởi chu tuyến cho trước, sẽ bằng tích phân vòng theo toàn bộ chu tuyến :

$$\mathbf{F} = \frac{1}{2}\,\mathbf{r}\ .\ \mathbf{dr} \qquad \text{(VIII-2)}$$

Trị số **F** là một véc–tơ, thẳng góc với mặt phẳng của tiết diện. Mô đun của véc–tơ đó bằng diện tích tiết diện. Chiều dương trên chu tuyến là chiều ngược kim đồng hồ.

Nếu tiết diện bao gồm nhiều bộ phận có tính chất đàn hồi khác nhau, ta lấy tích phân dọc theo chu tuyến của mỗi bộ phận và cộng kết quả sau khi đã nhân với tỉ số môđun đàn hồi của từng bộ phận.

Diện tích tương đương của tiết diện đó sẽ bằng mô đun của véc–tơ :

$$\mathbf{F}_{td} = \frac{1}{2}\,\mathbf{F}_{td} = \frac{1}{2}\sum_{j=1}^{k} \mathbf{n}_j \oint_r^j .\ \mathbf{dr}$$

Trong đó :

k – số lượng các bộ phận (chu tuyến) của tiết diện có tính chất khác nhau.

$n_j = E_j/E$ – tỉ số mô đun đàn hồi của bộ phận tiết diện thứ j so với mô đun đàn hồi nào đó được lấy để quy đổi.

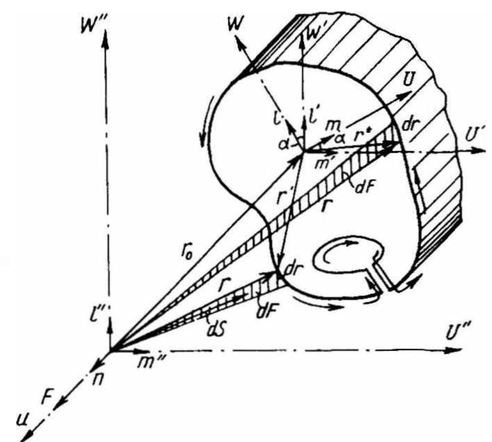
$\oint^j$ – tích phân vòng của chu tuyến thứ j.

Mô đun E có thể là một số bất kì, khác 0. Thường mô đun đó lấy bằng mô đun đàn hồi của một bộ phận nào đó (chẳng hạn của bộ phận thứ nhất).

Nếu tiết diện có lỗ thủng ở giữa (xem hình VIII-2), cần phải nối các lỗ đó với chu tuyến ngoài của tiết diện bằng các khe cắt, để có được một chu tuyến khép kín. Lúc đó dọc theo mỗi khe cắt khi vạch chu tuyến sẽ phải đi qua 2 lần theo 2 hướng ngược nhau. Hai số hạng tương ứng của tích phân (VIII-2) hoặc (VIII-3) sẽ có những giá trị giống nhau nhưng ngược dấu và sẽ bị triệt tiêu.

Như vậy, diện tích tiết diện ngang hoàn toàn xác định bởi phương trình đường cong của chu tuyến.

Để tìm trọng tâm của tiết diện đối với hệ tọa độ ban đầu, cần phải tìm được mô men tĩnh của tiết diện đó đối với các trục v'' và w''.



Hình VIII–2 : Tiết diện đặc có dạng cong

Mô men tĩnh của một phân tố diện tích dF có dạng tam giác đối với gốc tọa độ có thể biểu thị dưới dạng sau (xem hình VIII-2, nếu bỏ bớt các vô cùng bé bậc cao) :

$$\mathbf{dS} = \frac{1}{3}\mathbf{n}.(\mathbf{r}.\,dF) = \frac{1}{3}\mathbf{n}.[\mathbf{r}.(\mathbf{r}.\mathbf{dr})] \qquad \text{(VIII-4)}$$

Trong đó : **n** – là véc-tơ đơn vị thẳng góc với mặt phẳng của tiết diện.

Véc-tơ **dS** có mô đun bằng mô men tĩnh của diện tích dF đối với gốc tọa độ. Véc-tơ đó nằm trong mặt phẳng của tiết diện và có hướng từ gốc tạo độ tới trọng tâm của diện tích F. Hình chiếu của véc-tơ **dS** trên trục v'' và w'' là mô men tĩnh của diện tích dF đối với trục w'' và v''.

Ta sẽ có toàn bộ mô men tĩnh của tiết diện đối với gốc tọa độ đi vòng theo toàn bộ chu tuyến. Đó là véc-tơ **S**, có hướng từ gốc tọa độ tới trọng tâm của tiết diện :

$$\mathbf{S} = \frac{1}{3}\int \mathbf{n}.\,[\mathbf{r}.(\mathbf{r}\,\mathbf{dr})] \qquad \text{(VIII-5)}$$

Tương tự, các công thức (VIII-2), (VIII-3) đối với tiết diện có nhiều bộ phận với tính chất đàn hồi khác nhau, ta có mô men tĩnh tương đương viết dưới dạng véc-tơ :

$$\mathbf{S}_{td} = \frac{1}{3}\sum_{j=1}^{k} n_j \int^{j} \mathbf{n}.[\mathbf{r}.(\mathbf{r}.\mathbf{dr})] \qquad \text{(VIII-6)}$$

Chia véc-tơ mô men tĩnh cho diện tích tiết diện (vô hướng) ta sẽ có bán kính véc-tơ $\mathbf{r}_o$, đi từ gốc tọa độ và kết thúc tại trọng tâm của tiết diện (xem hình VIII-2).

Vậy đối với tiết diện tương đương ta có :

$$\mathbf{r}_o = \frac{S_{td}}{F_{td}} \qquad \text{(VIII-7)}$$

Trong đó : F_{td} – mô đun của véc-tơ $\mathbf{F}_{td}$.

Hình chiếu của véc-tơ $\mathbf{r}_o$ trên các trục v'' và w'' là tọa độ tương ứng của trọng tâm tiết diện trong hệ trục đó. Biết véc-tơ $\mathbf{r}_o$, ta chuyển trục v'', w'' song song với chính nó tới trọng tâm và kí hiệu là v', w'. Chu tuyến của tiết diện trong hệ trục mới v', w' sẽ được xác định bằng $\mathbf{r}^*$ đi từ trọng tâm :

$$\mathbf{r}^* = \mathbf{r} - \mathbf{r}_o \qquad \text{(VIII-8)}$$

Bây giờ ta xác định mô men quán tính và mô men quán tính li tâm của tiết diện đối với các trục v' và w', có chu tuyến xác định bởi biểu thức bán kính véc-tơ mới $\mathbf{r}^*$. Để đơn giản, ta vẫn kí hiệu véc-tơ $\mathbf{r}^*$ bằng véc-tơ r như cũ, nhưng xuất phát từ trọng tâm của tiết diện. Ta kí hiệu mô men quán tính cực của tiết diện là Ip, mô men quán tính đối với các trục v' và w' tương ứng là Iv' và Iw', mô men quán tính li tâm là Iv^1w^1. Cũng làm như trước, ta xác định mô men quán tính của tam giác phân tố có diện tích dF, rồi đi vòng theo toàn bộ chu tuyến của tiết diện, ta sẽ tìm được toàn bộ trị số của những đại lượng đó.

Như vậy mô men quán tính trục của tiết diện đồng nhất sẽ là :

$$\left.\begin{aligned} I_{v'} &= \frac{1}{4}\int (\mathbf{r}.l')^2\,(\mathbf{r}.\mathbf{dr}) \\ I_{w'} &= \frac{1}{4}\int (\mathbf{r}.\mathbf{m}')\,(\mathbf{r}.\mathbf{dr}) \end{aligned}\right\} \qquad \text{(VIII-9)}$$

Còn mô men quán tính li tâm và mô men quán tính cực sẽ bằng :

$$I_{v'w'} = \frac{1}{4}\int (r.l')\,(r.m')\,(r.dr) \qquad \text{(VIII-10)}$$

$$I_\rho = \frac{1}{4}\int r^2\,(r.dr)$$

Đặc trưng hình học tương ứng sẽ bằng mô đun của các véc–tơ đó, còn bản thân các véc–tơ sẽ có hướng thẳng góc với mặt phẳng tiết diện. Véc tơ l' và **m'** là các véc–tơ đơn vị, hướng theo các trục w' và v'. Vì các trục này song song với các trục ban đầu cho nên $l' = l''$ và **m'** = **m''**.

Trong các tiết diện tổ hợp bởi nhiều bộ phận có tính chất đàn hồi khác nhau, ta sẽ đi vòng theo chu tuyến của từng bộ phận và sau khi cộng lại, ta sẽ có trị số của các đặc trưng hình học tương đương.

$$I_{v'td} = \frac{1}{4}\sum_{j=1}^{k} n_j \int^j (r\,.\,l')^2\,(r.dr)$$

$$I_{w'td} = \frac{1}{4}\sum n_j \int^j (r.m')^2 (r.dr)$$

$$I_{v'w'td} = \frac{1}{4}\sum n_j \int^j (r\,.\,l')^2\,(r.m')\,(r.dr) \qquad \text{(VIII-11)}$$

$$I_\rho td = \frac{1}{4}\sum_{j=1}^{k} g_j \int^j r^2 (r.dr)$$

Trong đó : $g = G_j/G$ là tỉ số mô đun cắt của các bộ phận tương ứng (cũng như E_j/E).

Biết các đại lượng mô men quán tính trục và quán tính li tâm theo biểu thức (VIII–9) và (VIII–10) hoặc (VIII–11), ta có thể xác định các trị số mô men quán tính trục của tiết diện đối với các trục trung tâm chính, dựa trên điều kiện $I_{vw} = 0$, và xác định góc nghiêng của các trục v, w đó đối với các trục trung tâm nhưng không phải chục chính v' và w'. Mô men quán tính cực của tiết diện khi quay trục trung tâm chung quanh trọng tâm sẽ không biến đổi.

Theo các công thức thông thường của sức bền vật liệu, ta có :

$$\left.\begin{aligned} I_v &= \frac{Iv' + Iw'}{2} + \sqrt{\frac{(Iv' + Iw')^2}{4} + I^2v'w'} \\ I_w &= \frac{Iv' + Iw'}{2} - \sqrt{\frac{(Iv' - Iw')^2}{4} + Iv'w'} \end{aligned}\right\} \qquad \text{(VIII-12)}$$

$$tg2\alpha = -\frac{2Iv'w'}{Iv' - Iw'} \qquad \text{(VIII-13)}$$

Trong đó : α – góc nghiêng của trục v đối với trục v' (hoặc w đối với w'), chiều dương là chiều ngược kim đồng hồ từ trục v' (hoặc w').

Iv', Iw' và Iv'w' – mô đun của các véc–tơ theo biểu thức (VIII–9) và (VIII–10) hoặc (VIII–11) tùy theo từng loại tiết diện.

Nếu khi tính toán mô men tĩnh hoặc mô men quán tính gặp trường hợp tiết diện đang xét có lỗ rỗng ở bên trong, ta cần nối các lỗ rỗng đó với chu tuyến bên ngoài như khi xác định diện tích tiết diện.

Trong một số trường hợp, để tính toán người ta còn sử dụng cả mô men chống uốn của những điểm khác nhau trên tiết diện. Các mô men đó xác định dễ dàng bằng công thức :

$$\left.\begin{aligned} Wv &= \frac{Iv}{r\,.\,l} \\ Ww &= \frac{Iw}{r\,.\,m} \end{aligned}\right\} \qquad \text{(VIII-14)}$$

Trong đó :

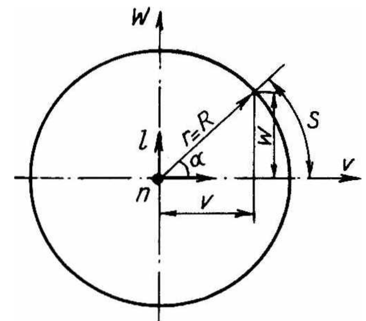
Iv, Iw – mô men quán tính trục chính xác định theo công thức (VIII–12)

m, l – véc tơ đơn vị, hướng theo các trục chính v và w.

r – bán kính véc–tơ, hướng từ trọng tâm tới các điểm đang xét của tiết diện, (các điểm đó có thể ở trên hoặc ở trong chu tuyến của tiết diện).

Ta hãy xét một ví dụ đơn giản để minh họa cho phép tính dưới dạng véc–tơ.

Ví dụ VIII-1. Xác định diện tích, mô men quán tính cực và mô men quán tính trục của tiết diện hình tròn bán kính R, (hình VIII–3).



Hình VIII-3 : Sơ đồ cho ví dụ VIII-1.

Ta bố trí trục tọa độ nằm ngay tâm điểm vòng tròn. Biểu thức thông số của hình chiếu bán kính véc–tơ của chu tuyến tiết diện r sẽ là :

$$v = \cos\frac{S}{R} \text{ và } w = \sin\frac{S}{R}$$

Trong đó s – chiều dài của cung tròn tính từ điểm cắt của cung đó với trục v

Như vậy :

$$r = m.r.\cos\frac{S}{R} + 1.\sin\frac{S}{R}$$

$$\frac{dr}{ds} = -m.n.\sin\frac{S}{R} + 1.\cos\frac{S}{R}$$

Tính véc–tơ **r.dr** sẽ là :

$$\mathbf{r.dr} = \mathbf{dr}\begin{vmatrix} m & l & n \\ R.\cos\frac{S}{R} & R.\sin\frac{S}{R} & 0 \\ -\sin\frac{S}{R} & \cos\frac{S}{R} & 0 \end{vmatrix} = n.R.ds$$

Như vậy theo công thức (VIII – 12)

$$F = \frac{n}{2}.R\int_0^{2\pi R} ds = n\,.\,\pi\,.\,R^2$$

Tức là mô đun của véc–tơ **F** bằng diện tích hình tròn : $F = \pi.R^2$.

Ta xác định mô men quán tính cực theo công thức (VIII–10) với $r^2 = R^2$

$$I_\rho = \frac{n}{4}\int_0^{2\pi R} R^2\,.\,R\,.\,ds = \frac{n\,.\,\pi\,.\,R^4}{2}$$

$$I_{\rho} = \frac{\pi \cdot R^4}{2}$$

Như vậy cũng trùng với công thức quen thuộc. Các mô men quán tính trục của hình tròn đều bằng nhau và được tính theo công thức (VIII-9).

$$Iv = Iw = \frac{n}{4}\int_{0}^{2\pi R} (r.l)^2\, R.ds = \frac{nR^3}{4}\int_{0}^{2\pi R} (\sin\frac{s}{R})^2\, ds = \frac{n.\pi.R^4}{4}$$

$$Iv = Iw = \frac{\pi . R^4}{4}$$

3. Đặc trưng hình học của tiết diện thành mỏng có dạng cong

Ta hãy xét một tiết diện thành mỏng bất kì, đường trung bình có dạng cong và chiều dày thay đổi (hình VIII-4). Phương trình của đường trung bình dạng cong xem như đã cho trước trong hệ tọa độ ban đầu v" và w". Như vậy nghĩa là đã biết trước bán kính véc-tơ **r** của đường cong đó. Chiều dày b của tiết diện cũng xem như đã biết và cho trước dưới dạng hàm số của chiều dài đường trung bình hoặc bán kính véc-tơ **r** :

$$b = b(s) = b(\mathbf{r}) \qquad \text{(VIII-15)}$$

Như vậy, một phân tố diện tích của tiết diện dọc theo đường trung bình sẽ là :

$$dF = b\,|\mathbf{dr}| \qquad \text{(VIII-16)}$$

Trong đó $|\mathbf{dr}|$ - mô đun của véc-tơ **dr**

Toàn bộ diện tích của tiết diện thành mỏng sẽ bằng tích phân dọc theo chiều dài s của toàn bộ đường trung bình của tiết diện, tức là :

$$F = \int^{s} b.|\mathbf{dr}| \qquad \text{(VIII-17)}$$

Nếu tiết diện tổ hợp từ các bộ phận có tính chất đàn hồi khác nhau (đường biên giới giữa các bộ phận đó thẳng góc với đường trung bình), ta sẽ lấy tích phân theo chiều dài của mỗi bộ phận và kết quả sẽ nhân với tỉ số mô đun đàn hồi rồi cộng lại.

Diện tích tương đương của tiết diện sẽ là :

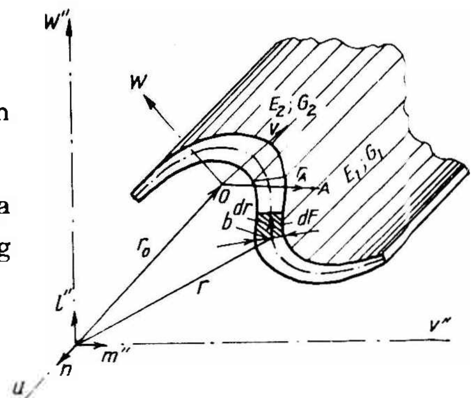
$$Ftđ = \sum_{j=1}^{k} n_j \int^{s_j} b.|\mathbf{dr}| \qquad \text{(VIII-18)}$$

Trong đó s_j – chiều dài đường trung bình của bộ phận thứ j những tính chất đàn hồi giống nhau.

Tương tự như những kết luận đối với tiết diện đặc, ta có mô men tĩnh của tiết diện đồng chất và tương đương lấy đối với gốc tọa độ :

$$S = \int^{s} b.\mathbf{r}\,|\mathbf{dr}|$$

$$S = \sum_{j=1}^{k} n_j \int^{s_j} b.\mathbf{r}\,|\mathbf{dr}| \qquad \text{(VIII-19)}$$



Hình VIII–4 : Tiết diện thành mỏng của kết cấu với đường trung bình có dạng cong

Sau đó ta xác định vị trí bán kính véc-tơ $\mathbf{r}_o$ của trọng tâm tiết diện và các biểu thức mới đối với bán kính véc-tơ của đường trung bình theo công thức (VIII-7) và (VIII-8), còn các mô men quán tính trục, mô men quán tính li tâm và mô men quán tính cực đối với trục trung tâm v' và w' được xác định theo các công thức :

Đối với tiết diện đồng chất :

$$\left.\begin{aligned} I_{v'} &= \int^{s} (\mathbf{r}.\mathbf{l}')^2 . b . |\mathbf{dr}| \\ I_{w'} &= \int^{s} (\mathbf{r}.\mathbf{m}')^2 . b . |\mathbf{dr}| \\ I_{v'w'} &= \int^{s} b\,(\mathbf{r}.\mathbf{l}')\,(\mathbf{r}.\mathbf{m}')\,|\mathbf{dr}| \\ I_{\rho} &= \int^{s} \mathbf{r}^2 . b\,|\mathbf{dr}| \end{aligned}\right\} \qquad \text{(VIII-20)}$$

Đối với tiết diện quy đổi tương đương :

$$\left.\begin{aligned} I_{v'td} &= \sum_{j=1}^{k} n_j \int_{s_j}^{s_j} (\mathbf{r}.\mathbf{l}')^2 . b . |\mathbf{dr}| \\ I_{w'td} &= \sum_{j=1}^{k} n_j . \int_{s_j}^{s_j} (\mathbf{r}.\mathbf{m}')^2 . b . |\mathbf{dr}| \\ I_{v'w'td} &= \sum_{j=1}^{k} n_j \int_{s_j} b.(\mathbf{r}.\mathbf{l}')\,(\mathbf{r}.\mathbf{m}') . |\mathbf{dr}| \\ I_{\rho td} &= \sum_{j=1}^{k} g_j \int^{s_j} \mathbf{r}^2 . b . |\mathbf{dr}| \end{aligned}\right\} \qquad \text{(VIII-21)}$$

Ở đây khác với các công thức tương tự của tiết diện đặc, các đặc trưng hình học tính toán không phải là những véc tơ, mà là những đại lượng vô hướng. Sau đó tiếp tục xác định các trục trung tâm chính và mô men quán tính đối với các trục đó theo công thức (VIII-12) và (VIII-13).

Ví dụ VIII-2. Xác định trọng tâm của một tiết diện đã có, chiều dày b không đổi và đường trung bình có dạng cung tròn từ gốc tọa độ đến chiều dài s (hình VIII-5).

Phương trình thông số của cung tròn dưới dạng hàm số của chiều dài s sẽ là :

$$v'' = R.\sin\frac{s}{R}$$

$$w'' = R - R.\cos\frac{s}{R}$$

Bán kính véc tơ của đường trung bình :

$$\mathbf{r} = \mathbf{m}''.R.\sin\frac{s}{R} + \mathbf{l}''.R.\left(1 - \cos\frac{s}{R}\right)$$

$$\mathbf{dr} = (\mathbf{m}''.\cos\frac{s}{R} + \mathbf{l}''.\sin\frac{s}{R})\,ds$$

$$|\mathbf{dr}| = ds\sqrt{\cos^2\frac{s}{R} + \sin^2\frac{s}{R}} = ds$$

Theo công thức (VIII-7), (VIII-17) và (VIII-19) ta có :

$F = b.s$

$$S = b\int^{s}\left[m''.R.\sin\frac{s}{R} + l''.R\left(1-\cos\frac{s}{r}\right)\right]ds$$

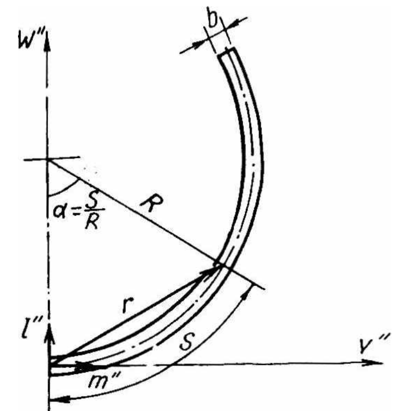
$$= m''.b.R^2\left(\cos\frac{s}{R}-1\right) + l''.b.R\left(s - R.\sin\frac{s}{R}\right)$$

$$r_o = m''.\frac{R^2}{s}\left(\cos\frac{s}{R}-1\right) + l''\frac{R}{s}\left(s-R.\sin\frac{s}{R}\right)$$

$$v''_o = \frac{R^2}{s}\left(\cos\frac{s}{R}-1\right)$$

$$w''_o = \frac{R}{s}\left(s - R.\sin\frac{s}{R}\right)$$

Dễ dàng nhận thấy rằng khi $s = 2\pi R$, tức là đối với tiết diện hình vành khuyên, $v''_o = 0$ và $w''_o = R$. Trọng tâm của hình vành khuyên sẽ ở tâm điểm của vòng tròn.



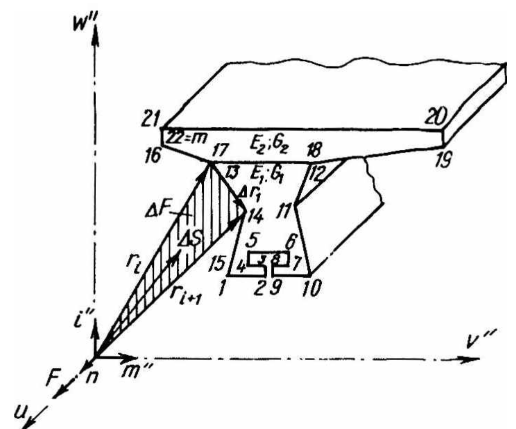
Hình VIII-5 : Sơ đồ cho ví dụ VIII-2

Bán kính véc-tơ mới của đường trung bình đi từ trọng tâm của tiết diện và được xác định theo công thức (VIII-8).

$$r^{*} = m'.R\left(\sin\frac{s}{R} - \frac{R}{s}.\cos\frac{s}{R} + \frac{R}{s}\right) +$$

$$+ l'.R\left(\frac{R}{s}.\sin\frac{s}{R} - \cos\frac{s}{R}\right).$$

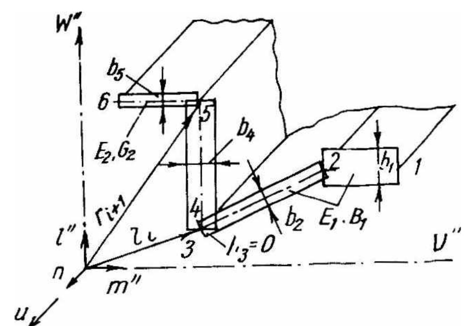
Tiếp sau, tương tự có thể xác định mô men quán tính trục và các đặc trưng hình học khác.



Hình VIII-6. : Tiết diện đặc của kết cấu có đường bao dạng gẫy khúc

4. Đặc trưng hình học của tiết diện có đường bao dạng gẫy khúc

Nhiều loại tiết diện đặc và thành mỏng của kết cấu có đường bao không phải là đường cong mà là đường gãy khúc hợp bởi nhiều đoạn thẳng. Ngay cả trường hợp đường bao hoặc đường trung bình của tiết diện là đường cong, cũng có thể thay thế với mức độ tương đối chính xác bằng một đường gãy khúc, gần sát với đường cong. Cách biểu thị đường cong dưới dạng đường gãy khúc cho phép không cần cho đường cong bằng biểu thức giải tích, nhưng yêu cầu phải xác định tọa độ các điểm gãy của những đoạn thẳng, tức là đỉnh của đường gãy khúc. Cách này sẽ thuận lợi hơn khi tính các đặc trưng hình học trên máy tính điện tử.



Hình VIII-7 : Tiết diện thành mỏng của kết cấu có đường trung bình dạng gẫy khúc

Ta sẽ coi tiết diện đặc được xác định bởi tọa độ các điểm gẫy của đường bao tiết diện, còn tiết diện

thành mỏng bởi tọa độ các điểm gẫy của đường trung bình (hình VIII-6 và VIII-7).

Tọa độ các điểm gẫy trong mặt phẳng tiết diện và trong hệ trục tọa độ ban đầu v'', w'' chọn trước, sẽ quyết định bán kính véc-tơ $\mathbf{r}_i$ hướng từ gốc tọa độ tới điểm gẫy thứ i đang xét. Như vậy ta thay thế tất cả các tích phân (VIII-5), (VIII-11) (VIII-18) và (VIII-21) bằng các tổng số khi đi vòng qua khắp các điểm gẫy của đường bao hoặc đường trung bình.

Vậy diện tích tiết diện đặc và đồng chất được xác định bởi véc-tơ :

$$\mathbf{F} = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{m-1} \mathbf{r}_i(\mathbf{r}_{i+1} - \mathbf{r}_i) = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{m-1} \mathbf{r}_i \cdot \mathbf{r}_{i+1} \qquad \text{(VIII-22)}$$

Trong đó :

m – số lượng điểm gẫy của chu tuyến, với điểm đầu tiên và điểm cuối cùng trùng nhau.

$\mathbf{r}_i$ và $\mathbf{r}_{i+1}$ – bán kính véc-tơ hướng tới 2 điểm gẫy liên tiếp i và i + 1 của chu tuyến.

Đối với tiết diện gồm nhiều bộ phận có tính chất đàn hồi khác nhau, ta có véc-tơ diện tích quy đổi của tiết diện dưới dạng một tổng kép :

$$\mathbf{F}_{td} = \frac{1}{2}\sum_{j=1}^{k} n_j \cdot \sum_{i=1}^{m-1} \mathbf{r}_i \cdot \mathbf{r}_{i+1} \qquad \text{(VIII-23)}$$

Trong đó :

m_j – số lượng điểm gẫy của chu tuyến bao quanh bộ phận thứ j có cùng một tính chất đàn hồi.

Mọi kết luận và quy tắc đã nói ở trên (xem VIII-2-2, VIII-2-3), đều vẫn có giá trị cả trong trường hợp này. Như vậy mô men tĩnh của tiết diện đặc đồng chất và quy đổi, có chu tuyến gẫy khúc sẽ là :

$$\left.\begin{aligned} \mathbf{S} &= \frac{1}{6}\sum_{i=1}^{m-1} \mathbf{n}\,[(\mathbf{r}_i + \mathbf{r})\,(\mathbf{r}_i + \mathbf{r}_{i+1})] \\ \mathbf{S}_{td} &= \frac{1}{6}\sum n_j \sum_{i=1}^{m_j-1} \mathbf{n}\,[(\mathbf{r}_{i+1} + \mathbf{r}_i)\,(\mathbf{r}_i \cdot \mathbf{r}_{i+1})] \end{aligned}\right\} \qquad \text{(VIII-24)}$$

Đã có vị trí trọng tâm và các giá trị mới của bán kính véc-tơ của những đỉnh chu tuyến theo công thức (VIII-7) và (VIII-8) ta sẽ xác định được các mô men quán tính cơ bản, mô men quán tính li tâm và mô men quán tính cực của tiết diện đặc, đồng chất, theo công thức sau :

$$\left.\begin{aligned} \mathbf{I}_{v'} &= \frac{1}{16}\sum_{i=1}^{m-1} \left\{ \left[(\mathbf{r}_i + \mathbf{r}_{i+1}) \cdot \boldsymbol{l}'\right]^2 + \frac{1}{3}\left[(\mathbf{r}_{i+1} + \mathbf{r}_i)\,\boldsymbol{l}'\right]^2 (\mathbf{r}_i \cdot \mathbf{r}_{i+1}) \right. \\ \mathbf{I}_{w'} &= \frac{1}{16}\sum_{i=1}^{m-1} \left\{ \left[(\mathbf{r}_i + \mathbf{r}_{i+1}) \cdot \mathbf{m}'\right]^2 + \frac{1}{3}\left[(\mathbf{r}_{i+1} - \mathbf{r}_i) \cdot \mathbf{m}'\right]^2 (\mathbf{r}_i \cdot \mathbf{r}_{i+1}) \right. \\ \mathbf{I}_{v'w'} &= \frac{1}{16}\sum_{i=1}^{m-1} \left\{ \left[(\mathbf{r}_i + \mathbf{r}_{i+1}) \cdot \boldsymbol{l}'\right] \left[(\mathbf{r}_i + \mathbf{r}_{i+1}) \cdot \mathbf{m}'\right] + \right. \\ &\quad + \frac{1}{12}\left[(\mathbf{r}_{i+1} + \mathbf{r}_i)\boldsymbol{l}'\right] \left[(\mathbf{r}_{i+1} + \mathbf{r}_i)\,\mathbf{m}'\right] (\mathbf{r}_i \cdot \mathbf{r}_{i+1}) \\ \mathbf{I}_\rho &= \frac{1}{12}\sum_{i=1}^{m-1} (\mathbf{r}_i^2 + \mathbf{r}_{i+1}^2 + \mathbf{r}_i \cdot \mathbf{r}_{i+1})\,(\mathbf{r}_i \cdot \mathbf{r}_{i+1}) \end{aligned}\right\} \qquad \text{(VIII-25)}$$

Đối với tiết diện đặc quy đổi tương đương, ta có công thức :

$$\left.\begin{aligned}
I_{v'td} &= \frac{1}{16}\sum_{j=1}^{k} n_j \sum_{i=1}^{mj-1}\left\{\left[(\mathbf{r}_i+\mathbf{r}_{i+1}).l'\right]^2+\frac{1}{3}\left[(\mathbf{r}_{i+1}-\mathbf{r}_i)l'\right]^2\right\}(\mathbf{r}_i\cdot\mathbf{r}_{i+1})\\
I_{w'td} &= \frac{1}{16}\sum_{j=1}^{k} n_j \sum_{i=1}^{mj-1}\left\{\left[(\mathbf{r}_i+\mathbf{r}_{i+1})\cdot\mathbf{m}'\right]^2+\right.\\
&\quad\left.+\frac{1}{3}\left[(\mathbf{r}_{i+1}-\mathbf{r}_i)\cdot\mathbf{m}'\right]^2(\mathbf{r}_i\cdot\mathbf{r}_{i+1})\right.\\
I_{v'w'td} &= \frac{1}{16}\sum_{j=1}^{k} n_j \sum_{i=1}^{mj-1}\left\{\left[(\mathbf{r}_i+\mathbf{r}_{i+1})\cdot l'\right]\left[(\mathbf{r}_i+\mathbf{r}_{i+1})\cdot\mathbf{m}'\right]+\right.\\
&\quad\left.+\frac{1}{12}\left[(\mathbf{r}_{i+1}+\mathbf{r}_i)l'\right]\left[(\mathbf{r}_{i+1}-\mathbf{r}_i)\,\mathbf{m}'\right]\right\}(\mathbf{r}_i\cdot\mathbf{r}_{i+1})\\
I_{\rho td} &= \frac{1}{12}\sum_{j=1}^{k} g_j \sum_{i=1}^{m-1}(\mathbf{r}_i^2+\mathbf{r}_{i+1}^2+\mathbf{r}_i\cdot\mathbf{r}_{i+1})(\mathbf{r}_i\cdot\mathbf{r}_{i+1})
\end{aligned}\right\}\qquad \text{(VIII-26)}$$

Phương của các trục chính li tâm và mô men quán tính trục chính được xác định theo công thức (VIII-25), (VIII-26), (VIII-12) và (VIII-13).

Ta hãy xét tiết diện thành mỏng với đường trung bình có dạng các đoạn thẳng. Chiều dày b của tiết diện trong trường hợp này cũng có thể cho trước dưới dạng hàm số (VIII-15). Nếu hàm số đó là phi tuyến, thì hình dạng đường bao của các thành tiết diện sẽ là đường cong. Với hàm số b tuyến tính, thì các thành tiết diện sẽ là những đường thẳng và chiều dày sẽ thay đổi dọc theo đoạn thẳng của đường trung bình. Như vậy trong trường hợp nào cũng phải tích phân theo các công thức (VIII-17), (VIII-21). Nếu lại cho rằng trên đoạn thẳng giữa điểm gẫy khúc thứ i và i + 1 của đường trung bình, chiều dày tiết diện không đổi và bằng b, thì các phép tích phân sẽ trở thành phép cộng, và tiết diện sẽ gồm các hình chữ nhật kéo dài (mỏng) có chiều dày khác nhau (xem hình VIII-7). Cách biểu thị tiết diện thành mỏng như vậy sẽ thuận lợi, và có thể gần đúng ở mức độ khá chính xác với bất kì tiết diện nào có chiều dày thay đổi, chỉ cần lấy số lượng các điểm gẫy và các đoạn có chiều dày khác nhau nhiều hoặc ít mà thôi.

Ta hãy xét công thức tính tiết diện có chiều dày không đổi theo chiều dài ở giữa 2 đỉnh cạnh nhau.

Diện tích tiết diện thành mỏng đồng chất :

$$F = \sum_{i=1}^{m} b_i|\mathbf{r}_{i+1}-\mathbf{r}_i| \qquad \text{(VIII-27)}$$

Diện tích tiết diện tương đương quy đổi :

$$F_{td} = \sum_{j=1}^{k} n_j \sum_{i=1}^{mj} b_j\,|\mathbf{r}_{i+1}-\mathbf{r}_i| \qquad \text{(VIII-28)}$$

Trong đó :

m – số lượng các đỉnh gẫy khúc của đường trung bình, đỉnh nọ sau đỉnh kia trừ điểm cuối cùng.

m_j – số lượng các đỉnh của đường trung bình trong đoạn thứ j, trừ điểm cuối cùng của đoạn đó.

Các đỉnh trên, mỗi đoạn có cùng tính chất đàn hồi cần được đánh số liên tục từ đỉnh nọ sang đỉnh kia.

Tương tự những kết luận trước đây với các loại tiết diện đặc và thành mỏng, ta cũng được những công thức để tính mô men tĩnh, mô men quán tính trục, mô men quán tính li tâm và mô men quán tính cực của tiết diện thành mỏng, quy đổi tương đương dưới dạng :

$$\left.\begin{aligned}
S_{td} &= \frac{1}{2}\sum_{j=1}^{k} n_j \sum_{i=1}^{mj} b_i(\mathbf{r}_{i+1}+\mathbf{r}_i)\,|\mathbf{r}_{i+1}-\mathbf{r}_i| \\
I_{v'td} &= \frac{1}{4}\sum_{j=1}^{k} n_j \sum_{i=1}^{mj} b_i\,|\mathbf{r}_{i+1}-\mathbf{r}_i| \left\{ \left[(\mathbf{r}_{i+1}+\mathbf{r}_i)\,.\,l'\right]^2 + \right. \\
&\quad \left. + \frac{1}{3}\left(1-\frac{b_i^2}{|\mathbf{r}_{i+1}-\mathbf{r}_i|^2}\right)\left[(\mathbf{r}_{i+1}-\mathbf{r}_i)\,l'\right]^2 + \frac{bi^2}{3}\right\} \\
I_{w'td} &= \frac{1}{4}\sum_{j=1}^{k} n_j \sum_{i=1}^{mj} b_i\,|\mathbf{r}_{i+1}-\mathbf{r}_i| \left\{ \left[(\mathbf{r}_{i+1}+\mathbf{r}_i)\,.\,\mathbf{m'}\right]^2 + \right. \\
&\quad \left. + \frac{1}{3}\left(1-\frac{b_i^2}{|\mathbf{r}_{i+1}-\mathbf{r}_i|^2}\right)\left[(\mathbf{r}_{i+1}-\mathbf{r}_i)\,.\,\mathbf{m'}\right]^2 + \frac{bi^2}{3}\right\} \\
I_{v'w'td} &= \frac{1}{4}\sum_{j=1}^{k} n_j \sum_{i=1}^{mj} b_i|\mathbf{r}_{i+1}-\mathbf{r}_i| \left\{ \left[(\mathbf{r}_{i+1}+\mathbf{r}_i)\,l'\right]\left[(\mathbf{r}_{i+1}+\mathbf{r}_i)\,\mathbf{m'}\right] + \right. \\
&\quad \frac{1}{3}\left[(\mathbf{r}_{i+1}-\mathbf{r}_i)^2 - b_i^2\left[(\mathbf{r}_{i+1}-\mathbf{r}_i)\,l'\right]\left[(\mathbf{r}_{i+1}-\mathbf{r}_i)\,\mathbf{m'}\right] : |\mathbf{r}_{i+1}-\mathbf{r}_i|^2\right. \\
I_{\rho td} &= \frac{1}{3}\sum_{j=1}^{k} g_j \sum_{i=1}^{mj} b_i|\mathbf{r}_{i+1}-\mathbf{r}_i|\,(\mathbf{r}_i^2+\mathbf{r}_i\,.\,\mathbf{r}_{i+1}+\mathbf{r}_{i+1}^2+\frac{bi^2}{4}
\end{aligned}\right\} \quad \text{(VIII-29)}$$

Đối với tiết diện đồng chất trong các công thức (VIII-29) có thể khử bớt dấu cộng ($\sum$) đầu tiên, vì $k = 1$, $n_j = g_j = 1$ và $m_j = m$.

Như vậy, mọi đặc trưng hình học của tiết diện dùng để tính toán khi chịu uốn và kéo-nén lệch tâm, ta đã xác định cho bất kì tiết diện đặc hoặc thành mỏng theo những công thức thống nhất phụ thuộc vào dạng của đường bao hoặc đường trung bình của các tiết diện đó.

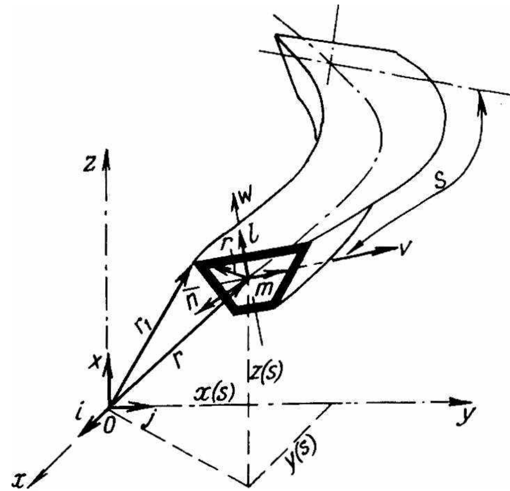
VIII-3. XÁC ĐỊNH NỘI LỰC VÀ BIẾN DẠNG TRONG GIAI ĐOẠN LÀM VIỆC ĐÀN HỒI CỦA KẾT CẤU CẦU

1. Lập sơ đồ cầu bằng giải tích

Kết cấu cầu cong, trước hết là cầu cạn và cầu vượt (hình VIII-1), có thể xem như sơ đồ hình học phức tạp nằm theo phương bất kì trong hệ không gian, có thể là tĩnh định hoặc siêu tĩnh.

Nội lực và biến dạng trong kết cấu cầu khi chịu tải trọng được xác định bằng các phương pháp thông thường trong cơ học kết cấu, với giả định công trình làm việc trong giai đoạn đàn hồi. Kết cấu được coi như tuân theo quy luật tiết diện phẳng và ứng suất phẳng. Khi xét đến độ vênh tiết diện do chịu xoắn, ta công nhận giả thiết đường bao của tiết diện không bị biến dạng.

Để tính toán hệ không gian phức tạp, cần có phương pháp xác định sơ đồ kết cấu, phương và điểm đặt của các phản lực gối, các ẩn số dư, dạng của các hệ cơ bản và các số liệu khác trực tiếp trên máy tính. Xác định các số liệu trên đòi hỏi một khối lượng rất lớn thông tin ban đầu. Vì vậy trước tiên chúng ta hãy khảo sát các phương pháp đưa thông tin ban đầu và cách phân tích kết cấu, cho phép nhận được các số liệu để tự động tính các bước sau. Sau đó khảo sát phương pháp tính hệ tĩnh định, hệ siêu tĩnh trong không gian 3 chiều.



Hình VIII–8 : Dầm cong trong không gian

Trong phương pháp lập sơ đồ bằng giải tích, kết cấu cầu cong trong không gian có thể cho trước bằng phương trình giải tích của một đường cong trong không gian 3 chiều, đi qua trung tâm các tiết diện. Thuận lợi hơn cả là thể hiện đường cong này bằng phương trình bán kính véc–tơ, xuất phát từ gốc tọa độ đến điểm đang khảo sát của đường cong không gian (hình VIII–8). Chúng ta coi bán kính véc–tơ như một hàm của chiều dài s, tính từ một điểm xuất phát nào đó dọc trục cong của kết cấu :

$$\mathbf{r} = \mathbf{r}\,(s) \qquad \text{(VIII-30)}$$

Khi đó véc–tơ đơn vị pháp tuyến của tiết diện kết cấu tại một điểm bất kì của trục được xác định như một đạo hàm :

$$\mathbf{n} = \frac{d\mathbf{r}}{ds} \qquad \text{(VIII-31)}$$

Có phương trình (VIII–30) và pháp tuyến của tiết diện đang khảo sát theo biểu thức (VIII–31), có thể xác định được vị trí của mặt phẳng tiết diện ngang, vuông góc với trục cong của kết cấu trong không gian. Tuy nhiên, những số liệu này không đủ để xác định phương của các trục quán tính chính của tiết diện trong không gian 3 chiều. Cần phải cho trước phương một véc–tơ đơn vị của một trong các trục quán tính chính trung tâm của tiết diện, dưới dạng hàm số của chiều dài s (xem hình VIII–2 và VIII–8). Ví dụ :

$$\left.\begin{aligned} \mathbf{m} &= \mathbf{m}(s) = \boldsymbol{l} \,.\, \mathbf{n} \\ \boldsymbol{l} &= \boldsymbol{l}(s) = \mathbf{n} \,.\, \mathbf{m} \end{aligned}\right\} \qquad \text{(VIII-32)}$$

Các phương trình (VIII–30) ; (VIII–32) cho phép hoàn toàn xác định vị trí của kết cấu trong không gian trên các trục tọa độ x, y, z. Thường thì phương trình (VIII–30) rất dễ dàng cho dưới dạng thông số :

$$x = x\,(s)$$

$$y = y\,(s)$$

$$z = z\,(s)$$

Khi đó chiều dài của trục cong xác định theo :

$$S = \int_{so}^{s} \sqrt{\left(\frac{dx}{ds}\right)^2 + \left(\frac{dy}{ds}\right)^2 + \left(\frac{dz}{ds}\right)^2} \, . ds \qquad \text{(VIII-33)}$$

Còn bán kính véc-tơ được xác định bằng biểu thức :

$$\mathbf{r} = x\,(s).\mathbf{i} + y\,(s).\mathbf{j} + z(s).\mathbf{k} \qquad \text{(VIII-34)}$$

Trong đó, **i**, **j**, **k** – là các véc-tơ đơn vị theo phương các trục x, y, z.

Đôi khi thay cho phương trình (VIII-32), tốt hơn là cho trước phương trình của một đường cong không gian nữa. đi qua các điểm nào đó của tiết diện kết cấu, có các tọa độ đã biết trên các trục v, w hoặc v'', w'' nằm trong mặt phẳng của tiết diện đang xét.

Bán kính véc-tơ của đường cong đi qua trọng tâm tiết diện xác định theo công thức (VIII-32), còn bán kính véc-tơ đã biết của đường cong khác trong hệ tọa độ không gian (hình VIII-8) sẽ là :

$$\mathbf{r}_1 = \mathbf{r}_1(s) = x_1(s).\mathbf{i} + y_1(s).\mathbf{j} + z_1(s).\mathbf{k} \qquad \text{(VIII-35)}$$

Khi đó đối với tiết diện đang xét trên đường cong (VIII-30) có tọa độ S, hiệu số các véc-tơ $\mathbf{r}_1 - \mathbf{r} = \mathbf{r}^*$ là một véc-tơ nằm trong mặt phẳng tiết diện. Chính véc-tơ này trong các trục tọa độ của tiết diện sẽ cho các hình chiếu theo điều kiện :

$$\mathbf{r}^* = v''.\mathbf{m}'' + w''.\mathbf{l}'' \qquad \text{(VIII-36)}$$

Từ các điều kiện :

$\mathbf{r}^*.\mathbf{m}'' = v''$; $\mathbf{r}^*.\mathbf{l}'' = w''$; $\mathbf{m}''.\mathbf{n} = 0$; $\mathbf{m}''.\mathbf{m}'' = 1$; $\mathbf{l}''.\mathbf{n} = 0$; $\mathbf{l}''.\mathbf{l}'' = 1$

với $\mathbf{r}^*.\mathbf{n} = 0$; $\mathbf{n}.\mathbf{n} = 1$; $\mathbf{m}''.\mathbf{l}'' = n$.

Sẽ nhận được công thức cho các hình chiếu m''_x ; m''_y ; m''_z và l''_x ; l''_y ; l''_z của véc-tơ đơn vị **m''** và **l''** trong hệ tọa độ x, y, z.

$$\mathbf{m}'' = m''_x.\mathbf{i} + m''_y.\mathbf{j} + m''_z.\mathbf{k}$$

$$\mathbf{l}'' = l''_x.\mathbf{i} + l''_y.\mathbf{j} + l''_z.\mathbf{k}$$

$$\left.\begin{aligned}
m''_x &= \frac{a.v''}{a^2+b^2+c^2} - \frac{n_y.c - n_z.b}{a^2+b^2+c^2}\sqrt{a^2+b^2+c^2-(v'')^2} \\
m''_y &= \frac{b.v''}{a^2+b^2+c^2} + \frac{n_x.c - n_z.a}{a^2+b^2+c^2}\sqrt{a^2+b^2+c^2-(v'')^2} \\
m''_z &= \frac{c.v''}{a^2+b^2+c^2} - \frac{n_y.a - n_x.b}{a^2+b^2+c^2}\sqrt{a^2+b^2+c^2-(v'')^2} \\
l''_x &= \frac{a.w''}{a^2+b^2+c^2} + \frac{n_y.c - n_z.b}{a^2+b^2+c^2}\sqrt{a^2+b^2+c^2-(w'')^2} \\
l''_y &= \frac{b.w''}{a^2+b^2+c^2} - \frac{n_x.c - n_z.a}{a^2+b^2+c^2}\sqrt{a^2+b^2+c^2-(w'')^2} \\
l''_z &= \frac{c.w''}{a^2+b^2+c^2} - \frac{n_y.a - n_x.b}{a^2+b^2+c^2}\sqrt{a^2+b^2+c^2-(w'')^2}
\end{aligned}\right\} \qquad \text{(VIII-37)}$$

Trong đó $a = x_1 - x$; $b = y_1 - y$; $c = z_1 - z$ là các hình chiếu đã biết của véc-tơ $\mathbf{r}^*$ trong hệ tọa độ x, y, z.

x, y, z và x_1, y_1, z_1 là các hình chiếu đã biết của véc-tơ **r** và $\mathbf{r}_1$ đối với tọa độ đang xét của tiết diện s.

v'' và w'' là các tọa độ đã biết của véc-tơ $\mathbf{r}^*$ trong mặt phẳng tiết diện.

n_x, n_y, n_z là hình chiếu của véc-tơ đơn vị n trên các tọa độ x, y, z xác định theo công thức (VIII-31).

Biết được các biểu thức của **m''** và *l''* trong hệ tọa độ x, y, z, có thể chuyển các tọa độ đường bao tiết diện v'' và w'' đã cho trước trong mặt phẳng của mỗi tiết diện sang tọa độ không gian.

$$\left.\begin{aligned} x'' &= v''.m''_x + w''\,l''_x \\ y'' &= v''.m''_y + w''l''_y \\ z'' &= v''.m''_z + w''l''_z \end{aligned}\right\} \qquad \text{(VIII-38)}$$

Trong đó x'', y'', z'' – là các tọa độ điểm đang xét của tiết diện trên các trục x, y, z.

v'' và w'' – là tọa độ của chính điểm ấy trên các trục v'' và w''.

$m''_x \div l''_z$ – là các trị số xác định theo công thức (VIII-37) đối với tiết diện đã cho.

Thay cho v'' và w'' có thể cho trước các hình chiếu v' và w' hoặc v và w (xem VIII-2). Theo đó, các công thức (VIII-37) và (VIII-38) sẽ cho hình chiếu của các véc-tơ **m'** và *l'* hoặc **m** và *l* trên các trục tọa độ x, y, z. Do đó, để xác định đầy đủ vị trí của kết cấu trong không gian thay cho công thức (VIII-30), (VIII-32) có thể cho trước các biểu thức (VIII-30), (VIII-35) và (VIII-36) khi tìm **m''** và *l''* theo công thức (VIII-38).

Trong một số trường hợp đặc biệt, việc xác định các véc-tơ **m''** và *l''* (tương ứng với **m'** và *l'* hoặc **m** và *l*) trong các tiết diện kết cấu có thể rút gọn được. Vì, nếu một trong các trục tọa độ tiết diện song song với một trong các mặt tọa độ không gian (ví dụ, trục v'' và véc-tơ **m''** song song với mặt phẳng xy), điều kiện song song được viết dưới dạng sau :

$$\frac{\mathbf{k}\,.\,\mathbf{n}}{|\mathbf{k}\,.\,\mathbf{n}|} = \mathbf{m}'' \qquad \text{(VIII-39)}$$

Trong đó : **k** – véc-tơ đơn vị của trục z.

n – véc-tơ đơn vị pháp tuyến của tiết diện đang xét

Biểu thức (VIII-39) sẽ cho tất cả các hình chiếu của **m''** trên các trục x, y, z khi đã biết trị số **n** và điều kiện song song của mặt phẳng xy với bất kì vị trí nào của véc-tơ này. Ngoài trường hợp **k** . **n** = 0, tức là khi các véc-tơ **k** và **n** song song với nhau.

Bây giờ, chúng ta hãy khảo sát một trường hợp riêng véc-tơ của một trong những trục tọa độ của tiết diện phải hướng theo một gốc cho trước, với một trong những mặt phẳng tọa độ không gian. Cũng như trước đây, ta sẽ dùng trục v'' và mặt phẳng xy. Điều kiện véc-tơ của các yêu cầu này sẽ là : m''.n = 0 ; m''.k = 0 ; m''.m = 1 ; n.n = 1.

Các điều kiện này dẫn tới các biểu thức tính hình chiếu của véc-tơ **m''** trên các trục x, y, z dưới dạng :

$$\left.\begin{aligned} m''_x &= -\frac{p\,.\,n_z\,.\,n_x}{1-n_z^2} - \frac{n_y}{1-n_z^2}\sqrt{1-n_z^2-p^2} \\ m''_y &= -\frac{p\,.\,n_y\,.\,n_z}{1-n_z^2} + \frac{n_x}{1-n_z^2}\sqrt{1-n_z^2-p^2} \\ m''_z &= p \end{aligned}\right\} \qquad \text{(VIII-40)}$$

Trong đó p – là thông số xác định độ nghiêng của **m''** đối với mặt phẳng xy (sin góc nghiêng **m''** với mặt xy).

Các công thức (VIII–39), (VIII–40) có thể ứng với trường hợp, khi các tiết diện của kết cấu cong có vị trí của một trong những biên nằm ngang hoặc nghiêng cố định trong không gian, ví dụ mặt phẳng của bản đường xe chạy đối với cao độ mặt đất.

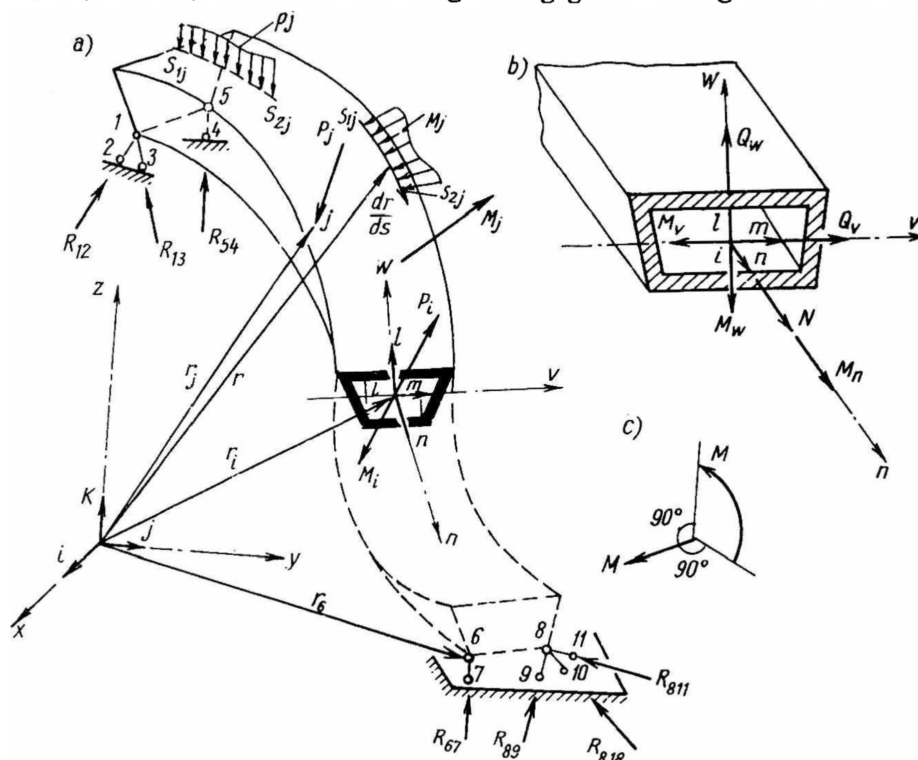
Như vậy, việc cung cấp sơ đồ kết cấu bằng giải tích cho phép xác định sự phân bố trục kết cấu và phương các trục quán tính của tiết diện trong không gian. Tất cả các số liệu đều có thể nhận được bằng cách biến đổi toán học các biểu thức ban đầu.

Tuy nhiên, cách cung cấp này có nhiều nhược điểm. Các công thức (VIII–30); (VIII–40) xác định vị trí của kết cấu, nhưng không cho một khái niệm nào về phương pháp liên kết, về vị trí và phương của các phản lực gối. Phép biểu diễn giải tích trở nên phức tạp, khi kết cấu có trục gẫy khúc hoặc phân nhánh. Trong các trường hợp này, công thức tính toán phải được biểu diễn bằng các hàm gián đoạn, và do đó chỉ có thể tính thuận lợi trong từng đoạn riêng trên chiều dài kết cấu. Bản thân các công thức không cho khái niệm về cạnh liên kết (khớp, ngàm...) của các bộ phận kết cấu ở vị trí gẫy khúc hoặc phân nhánh. Do đó việc cung cấp dạng kết cấu không gian bằng giải tích chỉ thuận lợi trong các trường hợp đơn giản, ví dụ như vòng cung tròn, đường xoắn ốc... Đối với các hệ phức tạp hơn thì nên dùng phương pháp thông tin khác.

2. Xác định nội lực trong các tiết diện của kết cấu cầu

Tất cả nội lực tác dụng lên kết cấu cầu, đều có thể biểu diễn được dạng lực và mô men đặt tập trung ở các điểm khác nhau, hoặc phân bố trên một đoạn nào đấy (hình VIII–9a).

Các lực tập trung được cho trước dưới dạng véc–tơ **P**. Các véc–tơ lực có thể trượt được, tức là có thể di chuyển đến một điểm bất kì dọc theo đường tác dụng của chúng. Các mô men tập trung cho dưới dạng véc–tơ **M**. Véc–tơ mô men tự do và có thể trượt được song song với bản thân, đến một điểm bất kì trong không gian. Chúng ta coi véc–tơ mô men nằm



Hình VIII–9 : Sơ đồ tác dụng của lực lên một dầm cong trong không gian

vuông góc với mặt phẳng tác dụng của mô men và hướng theo phương, sao cho từ đỉnh véc-tơ thấy hướng tác dụng của mô men theo chiều ngược kim đồng hồ, (hình VII-9b). Tương tự như vậy, tải trọng phân bố có thể dưới dạng véc-tơ cường độ tải trọng **p** và véc-tơ cường độ mô men **m**. Các cường độ này phân bố dọc theo các tuyến đã biết trong không gian và có thể song song với nhau, hoặc có thể thay đổi phương từ điểm này tới điểm khác. Mô đun của các véc-tơ cường độ cũng có thể cố định hoặc thay đổi.

Các đường không gian, dọc theo đó đặt **p** hoặc **m** xác định vị trí chung trong không gian đối với kết cấu. Vì tải trọng đặt lên kết cấu, nên các đường này thường trùng với trục kết cấu hoặc một đường nào đó trên kết cấu. Điểm đặt của các lực tập trung cũng phải được xác định chính xác trong không gian, thông thường các điểm này là trục kết cấu.

Các nội lực **P**, **M**, **p** và **m** do các tải trọng ngoài gây nên. Ngoài các lực này còn có nội lực do phản lực gối và ẩn số dư tác dụng lên kết cấu, nếu là hệ siêu tĩnh. Trị số, phương và điểm đặt của chúng coi như đã biết và kí hiệu bằng các véc-tơ **Rij** ... Các chỉ số trong véc-tơ thể hiện điểm đặt và số hiệu lực. Hình (VIII-9) là sơ đồ tác dụng của lực lên một dầm cong trong không gian.

Cắt kết cấu tại điểm i và khảo sát sự cân bằng của một trong các phần bị cắt, được thể hiện bằng đường đậm nét trên hình (VIII-9a). Trước hết hãy xác định các ngoại lực, các phản lực gối, và các ẩn số dư tác dụng lên phần kết cấu đang xét.

Phương pháp xác định các nội lực này phụ thuộc vào phương pháp cho vị trí của chúng trong không gian hay kết cấu. Phương pháp thuận lợi hơn cả là đặt tất cả các lực và phản lực gối vào các điểm đã biết trên trục kết cấu. Nếu ta biết điểm đặt j của lực $\mathbf{P}_j$ hoặc cường độ $\mathbf{p}_j$ của tải trọng và điểm i trên trục mà ta cần chuyển lực đến, thì tại điểm i cần phải đặt các lực $\mathbf{P}_i$, $\mathbf{M}_i$ hoặc $\mathbf{p}_i$, $\mathbf{m}_i$.

$$\left.\begin{aligned} \mathbf{P}_i &= \mathbf{P}_j \\ \mathbf{M}_i &= (\mathbf{r}_j - \mathbf{r}_i) \cdot \mathbf{P}_j \\ \text{hoặc} \qquad \mathbf{p}_i &= \mathbf{p}_j \frac{|\mathbf{dr}_j|}{|\mathbf{dr}_i|} \\ \mathbf{m}_i &= (\mathbf{r}_j - \mathbf{r}_i) \cdot \mathbf{p}_j \frac{|\mathbf{dr}_j|}{|\mathbf{dr}_i|} \end{aligned}\right\} \qquad \text{(VIII-41)}$$

Trong đó : $\mathbf{r}_j$ và $\mathbf{r}_i$ – là bán kính véc tơ của các điểm j và i.

$\mathbf{dr}_i$ và $\mathbf{dr}_j$ – là các đạo hàm bán kính véc tơ của đường đặt tải tại điểm j và đường trục tại điểm i.

Khi chuyển các mô men M_j hoặc m_j từ điểm j sang điểm i ta có :

$$\mathbf{M}_i = \mathbf{M}_j \qquad \text{(VIII-42)}$$

$$\mathbf{m}_i = \mathbf{m}_j \frac{|\mathbf{dr}_i|}{|\mathbf{dr}_i|}$$

Các công thức (VIII-41) và (VIII-42) có thể dùng để chuyển ngay các lực $\mathbf{R}_{ij}$ đến các điểm trên trục. Khi tất cả các lực đã được đặt vào trục của kết cấu và các điểm hoặc các khoảng đặt của các lực này đã biết, thì có thể xác định các lực nào tác dụng lên phần bị cắt. Để làm việc này, cần kiểm tra xem điểm trên trục hoặc đoạn đặt tải trọng phân bố có nằm trên mặt cắt thực ở phần bị cắt không.

Sau khi xác định các lực tác dụng lên phần bị cắt ta sẽ tìm được nội lực tại tiết diện. Để làm việc này ta sử dụng các công thức (VIII-4) và (VIII-42), có sử dụng điểm i là trọng

tâm của tiết diện cắt, tức là điểm giao giữa mặt phẳng tiết diện với trục kết cấu. Trường hợp chung trục kết cấu có dạng cong ta sẽ có :

$$\left.\begin{aligned}\mathbf{P}_i &= \sum_{j=1}^{k_1}\mathbf{P}_j + \sum_{j=1}^{k_2}\mathbf{R}_{js} + \sum_{j=1}^{k_3}\int_{s1j}^{s2j}\mathbf{p}_j\,|d\mathbf{r}_j|\\ \mathbf{M}_i &= \sum_{j=1}^{k_4}\mathbf{M}_j + \sum_{j=1}^{k_1}(\mathbf{r}_j-\mathbf{r}_i)\,.\,\mathbf{P}_j + \sum_{j=1}^{k_2}(\mathbf{r}_j-\mathbf{r}_i)\,.\,\mathbf{R}_{is} + \\ &+ \sum_{j=1}^{k_5}\int_{s1j}\mathbf{m}_j\,.\,|d\mathbf{r}_j| + \sum_{j=1}\int_{s1j}^{s2j}(\mathbf{r}_j-\mathbf{r}_i)\,.\,\mathbf{p}_j\,.\,|d\mathbf{r}_j|\end{aligned}\right\} \qquad \text{(VIII-43)}$$

Trong đó : $\mathbf{P}_i$ và $\mathbf{M}_i$ – là các véc tơ hợp lực trong tiết diện

j – là số hiệu điểm đặt của các lực tập trung hoặc điểm chạy trên đoạn có tải trọng phân bố.

k_1, k_2, k_4 – là số lượng các lực tập trung, phản lực gối hoặc ẩn số dư và các mô men tập trung, tác dụng lên phần bị cắt.

k_3 và k_5 – là số đoạn tải trọng và mô men phân bố.

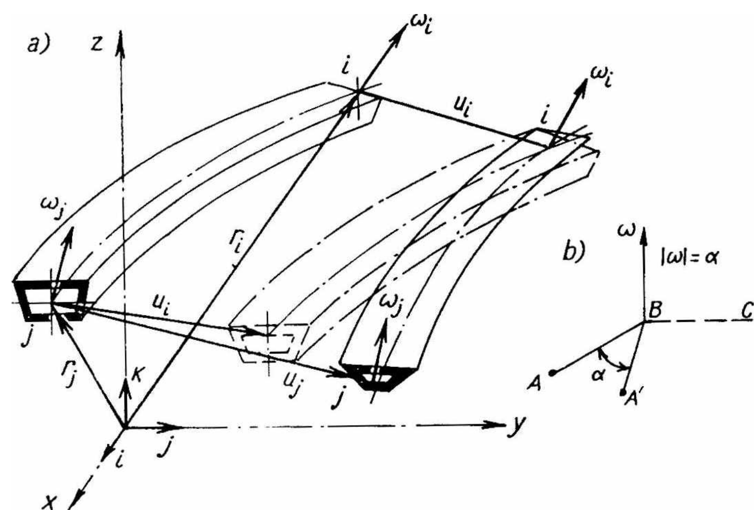
s_{1j} và s_{2j} – là các tọa độ điểm đầu và cuối của đoạn tải trọng phân bố. Cần lưu ý rằng trong các công thức (VIII-43) không cần chuyển các tải trọng $\mathbf{R}_{js}$, $\mathbf{P}_j$, $\mathbf{M}_j$, $\mathbf{p}_j$ và $\mathbf{m}_j$ đến trục kết cấu, mà có thể lấy điểm đặt thực của chúng. Việc chuyển sang trục chỉ cần thiết để xác định tác dụng của chúng lên phần bị cắt.

Nếu trục của kết cấu có dạng các đoạn gẫy khúc, còn sơ đồ được cho bằng ma trận liên kết, thì tốt nhất tất cả các tải trọng tập trung coi như đặt vào các nút của hệ. Khi đó, biết được ma trận của phần bị cắt có thể xác định được tọa độ tất cả các nút, nằm trên phần này. So sánh tọa độ điểm đặt của các tải trọng tập trung của các ẩn số dư, các phản lực gối với tọa độ các nút của phần bị cắt, có thể tìm được nội lực tác dụng lên nó. Các tải trọng phân bố xem như tác dụng dọc theo đoạn thẳng của trục nối giữa các nút của hệ. Nội lực trong các tiết diện của các kết cấu như vậy, được xác định theo công thức (VIII-43). Các tọa độ s_{1j} và s_{2j} đặc trưng cho các điểm đầu và cuối của các đoạn thẳng có tải trọng phân bố.

Nếu các tải trọng $\mathbf{p}_j$ và $\mathbf{m}_j$ không đổi về trị số và phương trên đoạn j thì tích phân biểu thức (VIII-43) thay bằng tích số giữa cường độ tải trọng với chiều dài của đoạn tương ứng. Khi các nút phân bố dày trên trục, thì có thể thay tải trọng phân bố bằng các lực tập trung tác dụng vào nút.

Các véc-tơ tổng hợp ngoại lực lên phần bị cắt tại điểm i cho phép xác định tất cả các thành phần lực trong tiết diện, tức là lực dọc N, các lực cắt Qv và Qw, các mô men Mv, Mw và mô men xoắn Mn.

Phương véc-tơ đơn vị của trục quán tính chính của tiết diện coi như đã biết, ta được (hình VIII-9b) :



Hình VIII-10 : Sơ đồ chuyển vị của một thanh cong trong không gian.

$$
\left.\begin{aligned}
\mathbf{N} &= (\mathbf{P}_i.\mathbf{n})\mathbf{n} \\
\mathbf{Q}_v &= (\mathbf{P}_i.\mathbf{m})\mathbf{m} \\
\mathbf{Q}_w &= (\mathbf{P}_i.\boldsymbol{l})\boldsymbol{l} \\
\mathbf{M}_v &= (\mathbf{M}_i.\mathbf{m})\mathbf{m} \\
\mathbf{M}_w &= (\mathbf{M}_i.\boldsymbol{l})\boldsymbol{l} \\
\mathbf{M}_n &= (\mathbf{M}_i.\mathbf{n})\mathbf{n}
\end{aligned}\right\} \qquad \text{(VIII-44)}
$$

Nếu cần xác định, không phải các véc-tơ nội lực trong tiết diện mà là các trị số của chúng thì trong các công thức (VIII-44) chỉ cần lấy tích vô hướng của các véc-tơ nằm trong ngoặc đơn không cần nhân chúng với véc-tơ đơn vị chỉ phương của các lực tác dụng.

3. Xác định các chuyển vị và biến dạng của tiết diện kết cấu cầu

Dưới tác dụng của tải trọng, kết cấu bị biến dạng. Mỗi điểm kết cấu, sau khi chất tải sẽ dịch chuyển tới một vị trí mới trong không gian. Chuyển vị của điểm i này có thể kí hiệu bằng véc-tơ $\mathbf{u}_i$, hướng từ vị trí ban đầu tới vị trí mới (hình V-10).

Ngoài chuyển vị dọc, sau khi biến dạng, kết cấu còn bị xoay tại điểm i một góc nào đấy, quanh một trục có hướng bất kì trong không gian. Góc xoay này được kí hiệu bằng véc-tơ w_i, có mô đun bằng góc xoay (theo radian) và hướng theo trục xoay, sao cho từ đỉnh véc-tơ, ta thấy chiều quay ngược kim đồng hồ (hình VIII-10b).

Chuyển vị chung của kết cấu trong không gian, bao gồm chuyển vị của bản thân kết cấu như một thanh cứng và chuyển vị do biến dạng của mỗi tiết diện.

Để xác định chuyển vị của hệ như một thanh tuyệt đối cứng, ta chỉ cần biết chuyển vị thẳng u_i và góc xoay w_i của mỗi điểm i. Chuyển vị của điểm j bất kì khác (xem hình VIII-10a) được xác định qua chuyển vị của điểm i theo công thức :

$$
\left.\begin{aligned}
\mathbf{u}_j &= \mathbf{u}_i + \mathbf{w}_i \, . \, (\mathbf{r}_j - \mathbf{r}_i) \\
\mathbf{w}_j &= \mathbf{w}_i
\end{aligned}\right\} \qquad \text{(III-45)}
$$

Để xác định chuyển vị do biến dạng của tiết diện kết cấu cần biết véc-tơ biến dạng dài tương đối ε và véc-tơ biến dạng góc tương đối γ trong mỗi tiết diện của kết cấu. Véc-tơ ε có hướng bất kì, đặc trưng cho cả biến dạng dọc của tiết diện và biến dạng trượt theo 2 phương tọa độ của trục. Tuy nhiên, biến dạng trượt ảnh hưởng rất ít đến sự làm việc của kết cấu, cho nên sau này ta sẽ không tính đến. Còn véc-tơ ε coi như hướng theo trục pháp tuyến của tiết diện. Véc-tơ γ thể hiện trong góc xoay tương đối và độ vặn của tiết diện (hình VIII-9b và VIII-10b), còn chiều dương của nó đối với chiều quay cũng giống như các véc-tơ **M** và **w**. Hình chiếu của véc-tơ γ lên các trục quán tính chính của tiết diện v, w và n sẽ cho các góc xoay tương ứng quanh các trục trên và góc xoắn.

Như vậy trong trường hợp chung, trục của kết cấu cong thì các chuyển vị của điểm j có thể được xác định qua chuyển vị của điểm i có xét đến biến dạng của tiết diện.

$$
\left.\begin{aligned}
\mathbf{u}_j &= \mathbf{u}_i + \mathbf{w}_j \, . \, (\mathbf{r}_j - \mathbf{r}_i) + \int_{si}^{sj} \varepsilon \, . \, |d\mathbf{r}| + \int_{si}^{sj} \gamma \, . \, (\mathbf{r} - \mathbf{r}_i)|\,d\mathbf{r}| \\
\mathbf{w}_j &= \mathbf{w}_i + \int_{si}^{sj} \gamma \, |d\mathbf{r}|
\end{aligned}\right\} \qquad \text{(VIII-46)}
$$

Trong đó **r** – là bán kính véc-tơ của điểm chạy trên trục dầm khi tích phân.

s_i, s_j – tọa độ các điểm đầu và cuối của đoạn tích phân nằm giữa điểm i và j.

Trường hợp trục kết cấu có dạng các đoạn thẳng gẫy khúc thì chuyển vị của mỗi nút sau j có thể được xác định qua chuyển vị của nút i trước nó. Giả thiết rằng trên đoạn giữa i và j không có các lực tập trung, ta có :

$$\left.\begin{aligned} \mathbf{u}_j &= \mathbf{u}_i + \mathbf{w}_i \cdot (\mathbf{r}_i - \mathbf{r}_j) + \varepsilon_i \,|\mathbf{r}_j - \mathbf{r}_i| + (\gamma_j + 2\gamma_i) \cdot (\mathbf{r}_j - \mathbf{r}_j)\frac{|\mathbf{r}_j - \mathbf{r}_i|}{6} \\ \mathbf{w}_j &= \mathbf{w}_i + (\gamma_j + \gamma_i)\frac{|\mathbf{r}_j - \mathbf{r}_i|}{2} \end{aligned}\right\} \qquad \text{(VIII-47)}$$

Trong đó : γ_i và γ_i – là các biến dạng xoay tương đối ở các đầu i, j của đoạn.

ε_i – là biến dạng dài tương đối, không đổi theo chiều dài đoạn i, j

Các biểu thức (VIII-47) cho phép tính chuyển vị một điểm bất kì của kết cấu trong trạng thái biến dạng, bằng cách chuyển vị nút này sang nút kia dọc theo đường nối các đoạn kết cấu. Tuy nhiên, biến dạng của nút đầu tiên để từ đó bắt đầu chu trình, lại chưa biết. Ta kí hiệu chuyển vị ở nút đầu tiên này là $\mathbf{u}_o$, $\mathbf{w}_o$. Các chuyển vị $\mathbf{u}_o$ và $\mathbf{w}_o$ quyết định vị trí biến dạng của kết cấu trong không gian, và nó phải được xác định có xét đến các điều kiện liên kết. Giả sử chuyển vị theo phương của các liên kết ngoài là $\mathbf{u}_{ci}$ còn véc-tơ đơn vị chỉ phương của các liên kết này là $\mathbf{R}_{is}$.

Thực tế, chuyển vị theo phương của các liên kết cứng với nền (qua đất) phải bằng 0. Nếu liên kết gối gắn vào bộ phận khác của kết cấu hoặc cố định cho nó chuyển vị, thì chuyển vị thực tế của kết cấu dọc theo liên kết gối này sẽ bằng chuyển vị đã cho trước. Do đó, đối với mỗi liên kết ngoài is của hệ thống phải thỏa mãn phương trình sau :

$$[\mathbf{W}_o.(\mathbf{r}_i - \mathbf{r}_o) + \mathbf{u}_o]\overline{\mathbf{R}}_{is} + \mathbf{u}_{ci} \,.\, \overline{\mathbf{R}}_{is} = \mathbf{u}_{bi} \qquad \text{(VIII-48)}$$

Trong đó : $\mathbf{r}_o$ – là bán kính véc-tơ của điểm kết cấu, tại đó cần xác định các chuyển vị $\mathbf{u}_o$ và $\mathbf{w}_o$.

$\mathbf{u}_{bi}$ – là trị số chuyển vị cho trước theo phương của liên kết thứ i. Khi liên kết cứng gắn với nền thì $\mathbf{u}_{bi} = 0$.

Lập 6 phương trình (VIII-48) cho 6 thanh liên kết gối và giải hệ phương trình này, ta được các giá trị của ẩn $\mathbf{u}_o$ và $\mathbf{w}_o$. Tính lại các chuyển vị này khi tính tuần tự theo các công thức (VIII-47), ta nhận được các chuyển vị dọc theo các liên kết gối bằng 0 hoặc bằng các trị số đã cho trên.

Có thể lấy bất kì nút nào của kết cấu làm điểm đầu có véc-tơ $\mathbf{r}_o$.

Việc còn lại là phải xác định các trị số ε và γ nằm trong các biểu thức chuyển vị.

Biến dạng dài tương đối và biến dạng xoay tương đối của tiết diện có thể do ứng suất trong tiết diện gây ra, và còn do các tác dụng khác như từ biến, co ngót của vật liệu. Trong trường hợp này có thể xác định chung theo các công thức :

$$\left.\begin{aligned} \varepsilon_i &= \frac{\mathbf{N}}{\mathrm{E.F}} + \varepsilon_d \\ \gamma_i &= \frac{1}{\mathrm{E}}\left(\frac{\mathbf{Mv}}{\mathrm{Iv}} + \frac{\mathbf{Mw}}{\mathrm{Iw}} + \frac{\mathbf{Mn}}{\mathrm{In}} \cdot \frac{\mathrm{E}}{\mathrm{G}}\right) + \gamma_d \end{aligned}\right\} \qquad \text{(VIII-49)}$$

Trong đó : **N**, **Mv**, **Mw**, **Mn** – là các nội lực trong tiết diện xác định bằng biểu thức (VIII-44).

F, Iv, Iw, In – là diện tích và mô men quán tính đối với các trục, mô men quán tính xoắn.

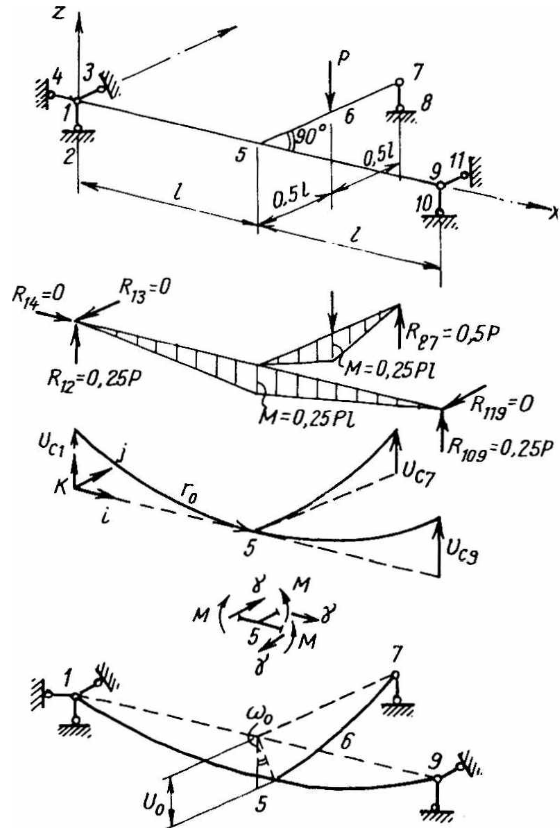
E, G – mô đun đàn hồi và trượt.

ε_d và γ_d – biến dạng dọc và xoay tương đối của tiết diện, do quá trình lâu dài của từ biến hoặc co ngót.

Như vậy các công thức (VIII–47), (VIII–49) cho phép xác định chuyển vị của kết cấu trong không gian, khi cho trước tải trọng và các điều kiện liên kết.

Ví dụ VIII–3. Để xác định chuyển vị, ta hãy xét một sơ đồ kết cấu tĩnh định (hình VIII–11) chịu tác dụng của một lực tập trung P.

Giả thiết là mô men quán tính đối với trục ngang trong các tiết diện đều bằng nhau và bằng I, còn mô đun đàn hồi của vật liệu E. Biểu đồ mô men trong kết cấu do lực P biểu diễn trên hình vẽ. Biến dạng xoay tương đối ở các nút tương ứng của hệ sẽ là :



Hình VIII–11 : Sơ đồ cho ví dụ VIII–3.

Theo cạnh 5–7 :

$$\gamma_7 = 0 \; ; \quad \gamma_6 = \frac{0{,}25.P.l}{EI} \quad ; \quad \gamma_5 = 0$$

Theo cạnh 4–9 :

$$\gamma_1 = 0 \; ; \quad \gamma_5 = \frac{0{,}25.P.l}{EI} \quad ; \quad \gamma_9 = 0$$

Ta bắt đầu xác định chuyển vị theo các công thức (VIII–47) từ điểm 5, tại đó giả thiết chuyển vị ban đầu và góc xoay bằng 0. Khi đó ta có :

$$\mathbf{u}_1 = \mathbf{u}_{c1} = 2\gamma_5 \times (\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_5)\frac{1}{6} = 2\frac{0{,}25\,Pl}{EI}\,j \times (-l_i)\frac{l}{6} = \frac{Pl^3}{12EI}\mathbf{k} \; ;$$

$$\omega_1 = \frac{Pl^2}{8EI}J \; ;$$

$$\mathbf{u}_9 = \mathbf{u}_{c9} = 2\gamma_5 \times (\mathbf{r}_9 - \mathbf{r}_5)\frac{l}{6} = \frac{Pl^3}{12EI}\mathbf{k} \; ;$$

$$\omega_9 = -\frac{Pl^2}{8EI}\mathbf{j} \; ;$$

$$\mathbf{u}_6 = \gamma_6 \times (\mathbf{r}_6 - \mathbf{r}_5)\frac{0{,}5l}{6} = \frac{Pl^3}{96EI}\mathbf{k} \; ; \; \omega_6 = \frac{Pl^2}{16EI}\mathbf{i} \; ;$$

$$\mathbf{u}_7 = \mathbf{u}_{c7} = \mathbf{u}_6 + \omega_6 \times (\mathbf{r}_7 - \mathbf{r}_6) + 2\gamma_6 \times (\mathbf{r}_7 - \mathbf{r}_6)\frac{0{,}5l}{6} = \frac{Pl^3}{16EI}\mathbf{k} \; ;$$

$$\omega_7 = \omega_6 + \gamma_6\frac{0{,}5l}{2} = \frac{Pl^2}{8EI}\mathbf{i}$$

Các dấu của γ_5 lấy khác nhau xét xem đang khảo sát phần bị cắt nào – bên phải hay bên trái (hình VIII-11), tương ứng ta sẽ thay đổi phương của véc-tơ $\boldsymbol{\gamma}_5$.

Theo công thức (VIII-48) xác định các trị số của $\mathbf{u}_o$ và ω_o với giả thiết tất cả các liên kết gối là cứng.

$$[\mathbf{u}_o + \omega_o \times (\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_o)]\,\overline{\mathbf{R}}_{14} + \mathbf{u}_{c4}\overline{\mathbf{R}}_{14} = 0\ ;$$

$$[\mathbf{u}_o + \omega_o \times (\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_o)]\,\overline{\mathbf{R}}_{12} + \mathbf{u}_{c4}\overline{\mathbf{R}}_{12} = 0\ ;$$

$$[\mathbf{u}_o + \omega_o \times (\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_o)]\,\overline{\mathbf{R}}_{13} + \mathbf{u}_{c4}\overline{\mathbf{R}}_{13} = 0\ ;$$

$$[\mathbf{u}_o + \omega_o \times (\mathbf{r}_7 - \mathbf{r}_o)]\,\overline{\mathbf{R}}_{78} + \mathbf{u}_{c7}\overline{\mathbf{R}}_{78} = 0\ ;$$

$$[\mathbf{u}_o + \omega_o \times (\mathbf{r}_9 - \mathbf{r}_o)]\,\overline{\mathbf{R}}_{910} + \mathbf{u}_{c9}\overline{\mathbf{R}}_{910} = 0\ ;$$

$$[\mathbf{u}_o + \omega_o \times (\mathbf{r}_9 - \mathbf{r}_o)]\,\overline{\mathbf{R}}_{911} + \mathbf{u}_{c9}\overline{\mathbf{R}}_{911} = 0\ ;$$

Chú ý rằng $\overline{\mathbf{R}}_{12} = \overline{\mathbf{R}}_{78} = \overline{\mathbf{R}}_{910} = \mathrm{k}\ ;\ \overline{\mathbf{R}}_{14} = \mathrm{i}\ ;\ \overline{\mathbf{R}}_{13} = \overline{\mathbf{R}}_{911} = -\overline{\mathbf{J}}$ ta biến đổi hệ phương trình về dạng :

$$\mathbf{u}_o\mathrm{i} + l\,(\omega_o \times \mathbf{i})\mathbf{i} = 0\ ;$$

$$\mathbf{u}_o\mathrm{k} + l(\omega_o \times \mathbf{i})\,\mathbf{k} = 0\ ;$$

$$-\mathbf{u}_o\mathrm{j} - l\,(\omega_o \times \mathbf{j})\,\mathbf{j} = 0\ ;$$

$$\mathbf{u}_o\mathrm{k} + [\omega_o \times (\mathbf{r}_7 - \mathbf{r}_o)]\,\mathbf{k} = -\frac{Pl^3}{16EI}\ ;$$

$$\mathbf{u}_o\mathbf{k} + [\omega_o \times (\mathbf{r}_9 - \mathbf{r}_o)]\,\mathbf{k} = -\frac{Pl^3}{12EI}\ ;$$

$$-\mathbf{u}_o\mathrm{j} - [\omega_o \times (\mathbf{r}_9 - \mathbf{r}_o)]\,\mathbf{j} = 0$$

Từ đó theo nguyên tắc nhân véc-tơ, ta được phương trình các hình chiếu u_{xo}, u_{zo}, ω_{xo}, ω_{yo}, ω_{zo} trên các trục tọa độ.

$$\mathrm{u}_{zo} - l\omega_{yo} = -\frac{Pl^3}{12EI}\ ;$$

$$\mathrm{u}_{xo} = 0\ ;$$

$$\mathrm{u}_{yo} + l\omega_{zo} = 0\ ;$$

$$\mathrm{u}_{zo} + l\omega_{xo} = -\frac{Pl^3}{16EI}\ ;$$

$$\mathrm{u}_{zo} - l\,\omega_{yo} = \frac{Pl^3}{12EI}\ ;$$

$$\mathrm{u}_{yo} + l\omega_{zo} = 0.$$

Khi đó : $\mathrm{u}_{xo} = \mathrm{u}_{yo} = \omega_{zo} = \omega_{yo} = 0\ ;$

$$\mathrm{u}_{zo} = -\frac{Pl^3}{12EI}\ ;\quad \omega_{xo} = \frac{Pl^2}{48EI}$$

hoặc $$\mathbf{u}_o = \frac{Pl^3}{12EI}\mathrm{k}\ ;\quad \omega_o = \frac{Pl^2}{48EI}\mathrm{i}\ ;$$

Thêm các giá trị này vào chuyển vị của các điểm đã biết, ta được các giá trị cuối cùng của chuyển vị :

$$\mathbf{u}_1 = 0 ; \qquad \omega_1 = \frac{Pl^2}{8EI}\left(\frac{\mathbf{i}}{6}+\mathbf{j}\right) ;$$

$$\mathbf{u}_5 = -\frac{Pl^3}{12EI}\mathbf{k}_k ; \qquad \omega_5 = \frac{Pl^2}{48EI}\mathbf{i} ;$$

$$\mathbf{u}_6 = -\frac{Pl^3}{16EI}\mathbf{k} ; \qquad \omega_6 = \frac{Pl^2}{12EI}\mathbf{i} ;$$

$$\mathbf{u}_7 = 0 ; \qquad \omega_7 = \frac{7Pl^2}{48EI}\mathbf{i} ;$$

$$\mathbf{u}_9 = 0 ; \qquad \omega_9 = \frac{Pl^2}{8EI}\left(\frac{\mathbf{i}}{6}-\mathbf{j}\right)$$

Như vậy chuyển vị theo phương của các liên kết gối cứng đều bằng 0. Cạnh 4 - 9 bị quay quanh trục x và vòng xuống dưới. Góc xoay ở các điểm 1 và 9 giống nhau, nhưng dấu khác nhau. Cạnh 5–7 bị võng xuống dưới, góc quay lớn nhất ở điểm 7. Dạng của trạng thái biến dạng đầu và thực của ví dụ biểu diễn trên hình VIII–11.

4. Xác định các phản lực gối, các ẩn số dư trong kết cấu cầu

Kết cấu không gian (hình VIII–12) có thể là tĩnh định hoặc siêu tĩnh. Điều này phụ thuộc vào số lượng liên kết và số đường bao kín.

Nếu kết cấu chỉ có 6 liên kết ngoài thì là tĩnh định, và các phản lực gối có thể tìm bằng cách giải hệ phương trình, tương tự như các phương trình (VIII–43) :

$$\left.\begin{aligned}
&\sum_{j=1}^{n_1}\mathbf{P}_j + \sum_{j=1}^{n_2}\int_{s_{1j}}^{s_{2j}}\mathbf{p}_j\,|d\mathbf{r}_j| + \sum_{j=1}^{6}\mathbf{R}_{js} = 0 ;\\
&\sum_{j=1}^{n_3}\mathbf{M}_j + \sum_{j=1}^{n_1}\mathbf{r}_j\times\mathbf{P}_j + \sum_{j=1}^{6}\mathbf{r}_j\times\mathbf{R}_{js} +\\
&\quad + \sum_{j=1}^{n_4}\int_{r_{1j}}^{s_{2j}}\mathbf{m}_j\,|d\mathbf{r}_j| + \sum_{j=1}^{n_2}\int_{s_{1j}}^{s_{2j}}\mathbf{r}_j\times\mathbf{p}_j\,|d\mathbf{r}_j| = 0
\end{aligned}\right\} \qquad \text{(VIII–50)}$$

Trong đó : n_1 và n_3 – là số lực tập trung và mô men tác dụng lên kết cấu.

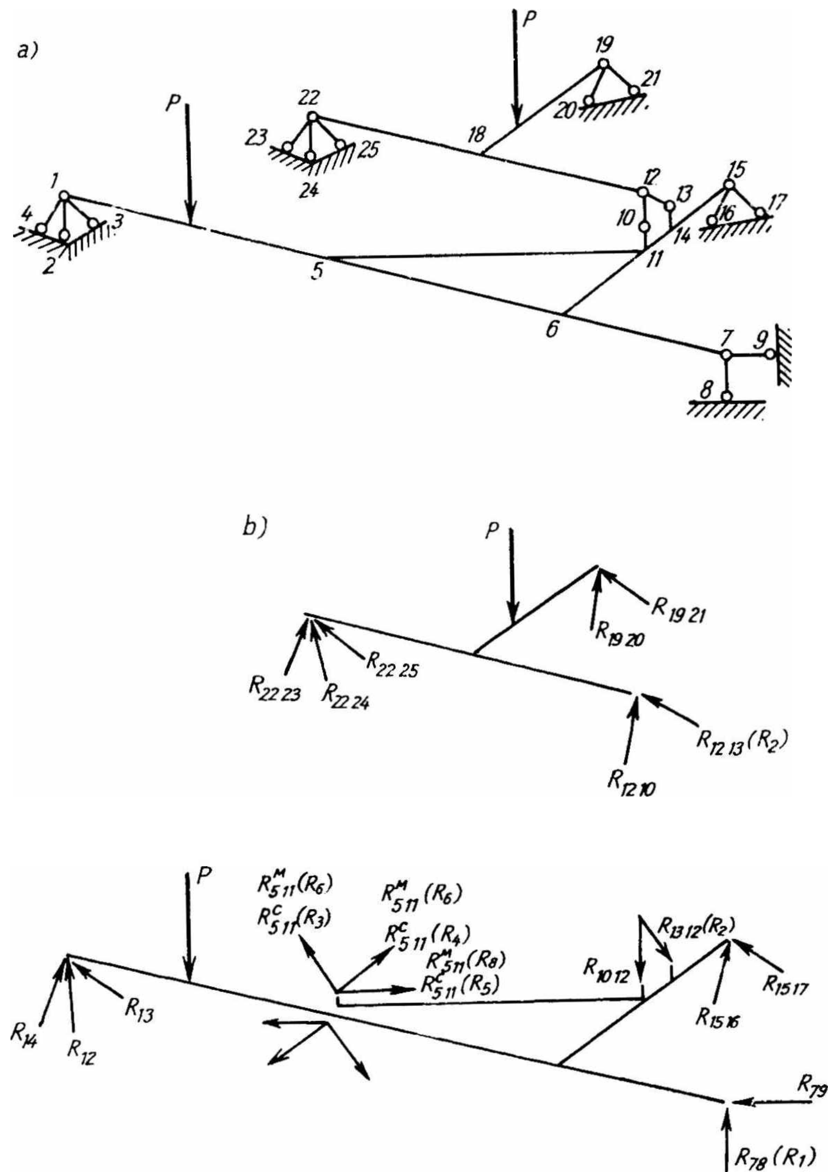
n_2 và n_4 – là số đoạn có tải trọng thẳng và mô men phân bố trên kết cấu.

$\mathbf{R}_{js}$ – là các véc–tơ phản lực gối chưa biết trong các liên kết.

Các kí hiệu còn lại giống như trước đây.

Nếu là kết cấu siêu tĩnh thì các phương trình (VIII–50) dùng để xác định phản lực gối trong hệ cơ bản. Để tìm các ẩn số dư, ta thiết lập thêm các phương trình biến dạng theo phương của các ẩn số này, (ví dụ $\mathbf{R}_{78}$, $\mathbf{R}_{1213}$, $\mathbf{R}^{c}_{511}$, $\mathbf{R}^{M}_{511}$ trên hình (VIII–12b). Nếu giải hệ siêu tĩnh bằng phương pháp lực, ta phải đặt các véc–tơ đơn vị theo phương tác dụng của các ẩn số dư (ví dụ $\overline{\mathbf{R}}_{78}$, $\overline{\mathbf{R}}_{1213}$, $\overline{\mathbf{R}}^{c}_{511}$ và $\overline{\mathbf{R}}^{M}_{511}$). Tại mặt cắt của các đường bao kín ta đặt các véc–tơ

đơn vị lực và mô men theo phương vuông góc với nhau. Các véc-tơ ẩn số đơn vị lực và mô men tại các điểm này có thể trùng nhau về trị số và phương.



Hình VIII-12 : Kết cấu không gian phức tạp và sơ đồ tác dụng của các phản lực gối, ẩn số dư.

Chuyển vị của hệ cơ bản (hình VIII-12b) dưới tác dụng của mỗi ẩn số dư đơn vị được xác định theo phương pháp đã nêu trên, giống như tác dụng của ngoại lực (xem mục VIII-3). Kí hiệu các véc-tơ chuyển vị này là δ_{ijk}, trong đó i là số điểm ta cần xác định chuyển vị ; j và k là các chỉ số véc-tơ đơn vị lực $\mathbf{R}_{jk}$ đặt tại điểm j theo phương k, từ đó ta xác định chuyển vị. Nếu véc-tơ của tất cả các ẩn số dư được đánh số không phải theo điểm đặt của chúng, mà chỉ theo thứ tự, thì có thể kí hiệu chuyển vị theo cách thông thường là δ_{ij} , bằng cách coi j là số thứ tự véc-tơ của mỗi ẩn số dư R_{sl} (xem hình VIII-12), các kí hiệu trong ngoặc). Khi đó, các phương trình chập biến dạng phương pháp lực dưới dạng véc-tơ sẽ là :

$$\sum_{j=1}^{m} \delta_{ij} . R_j + U_i = 0 \text{ ; khi } i = 1, 2, 3 ...., m \qquad (VIII-51)$$

Trong đó : m – là số lượng ẩn số dư trên kết cấu

R_j – các trị số vô hướng chưa biết của các ẩn số dư.

U_i – chuyển vị theo phương thứ i của ẩn số dư theo phương của hệ cơ bản theo tải trọng ngoài.

Nếu ẩn số dư đơn vị $\overline{\mathbf{R}}_i$ là lực $\overline{\mathbf{R}}^c_{si}$, thì chuyển vị $\mathbf{u}_i$ là chuyển vị thẳng $\mathbf{u}_s$ tại điểm đặt của ẩn số này.

Nếu $\overline{\mathbf{R}}_i$ là mô men $\overline{\mathbf{R}}^M_{si}$ thì $\mathbf{U}_i$ sẽ là góc xoay $\mathbf{w}_s$ cũng tại điểm ấy.

Theo phương trình (VIII-51) xác định mô đun của các véc-tơ ẩn số dư, ta được các trị số của chúng theo công thức :

$$\mathbf{R}_j = R_j . \overline{\mathbf{R}}_j \qquad (VIII-52)$$

Trong đó : j – là số thứ tự của ẩn số dư nào đấy $\mathbf{R}_{si}$.

VIII-4. MỘT SỐ VẤN ĐỀ KHÁC

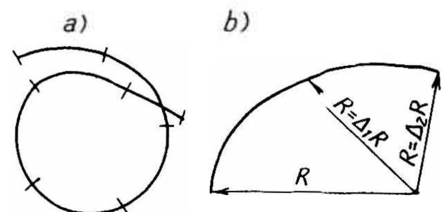
Như đã nêu ở trên, tính toán kết cấu cầu cong trong không gian là vấn đề rất phức tạp. Một số mục giới thiệu ở trên chỉ là "để làm quen". Trên cơ sở đó, ta sẽ tính ứng suất trong các tiết diện cầu, tính toán ảnh hưởng của quá trình chịu lực lâu dài, tác dụng của hiện tượng co ngót, từ biến, nhiệt độ... Bạn đọc sẽ tìm hiểu thêm ở các tài liệu chuyên sâu khác.

Trước hết ở Việt Nam, chúng ta cần đề cập đến việc lập các chương trình tính toán theo quy trình và điều kiện tự nhiên của Việt Nam.

1. Dạng đường cong của cầu cong trong không gian

Với cầu cong phẳng (tức đường cong nằm trong cùng một mặt phẳng), ta có thể dùng đường cong tròn, đường cong chuyển tiếp, đường cong kết hợp đường thẳng... như khi thiết kế đường. Ngoài ra, còn loại đường cong xoắn ốc (hình VIII-13a) đường cong ellip có bán kính thay đổi đều (hình VIII-13b).

Với cầu cong trong không gian, phải sử dụng các loại đường cong ghềnh bậc 2, 3, 4. Loại này thiết kế và thi công rất phức tạp.



Hình VIII-13 : Dạng đường cong của cầu cong

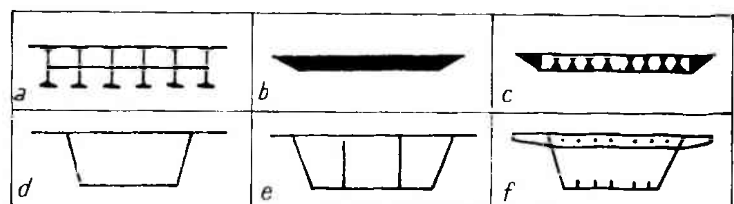
2. Một số dạng mặt cắt ngang cầu cong

Hình VIII-14 giới thiệu một số dạng mặt cắt ngang cầu cong :

a – Mặt cắt ngang liên hợp thép – bê tông.

b – Mặt cắt ngang đặc có chiều cao thay đổi.

c – Mặt cắt ngang đặc có lỗ rỗng.



Hình VIII-14 : Một số dạng mặt cắt ngang cầu cong

d – Mặt cắt ngang hộp rỗng 1ngăn.

e – Mặt cắt ngang hộp rỗng nhiều ngăn.

f – Mặt cắt ngang hộp đặc.

3. Gối cầu

Tùy theo sơ đồ chịu lực của cầu cong mà liên kết gối áp dụng khác nhau. Hình VIII–15 giới thiệu một số loại liên kết gối như sau :

a – Gối không chống xoắn

b – Gối đàn hồi

c – Gối đàn hồi tăng cường

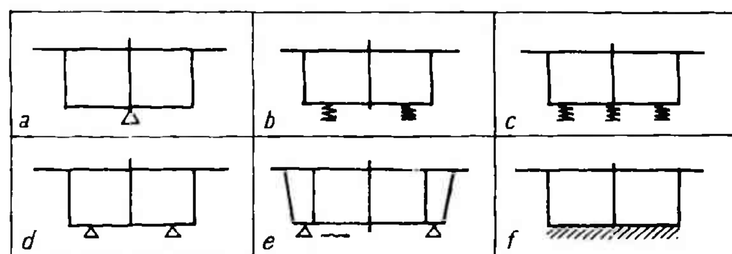
d – Gối chống xoắn

f – Gối liên kết cứng.

e – Gối chống xoắn tăng cường

Việc tính toán, chế tạo các loại gối trên để bảo đảm chịu lực lâu dài hàng trăm năm là điều không đơn giản.

Chúng ta sẽ tìm hiểu kĩ hơn qua thực tế xây dựng ở Việt Nam



Hình VIII–15 : Các loại gối cầu cong

Chương IX

ĐƯỜNG VÀ MÔI TRƯỜNG ĐÔ THỊ

IX-1. KHÁI QUÁT CHUNG

1. Vài nét về hoạt động giao thông ở Việt Nam

Mạng lưới giao thông vận tải của Việt Nam hiện nay có thể tóm tắt như sau :

– *Đường bộ* : có khoảng 111.489 km, với mật độ trung bình là 0,32km/km^2. Trong đó :

Đường đô thị	3.211 km
Đường quốc lộ	14.651 km
Đường tỉnh lộ	16.636 km
Đường liên huyện	24.624 km
Đường liên xã	49.910 km
Đường chuyên dùng	5.410 km

– *Đường sắt* : có 3.106 km, 250 ga và 1767 chiếc cầu với tổng chiều dài là 52.162 m.

– *Cảng biển* : có 60 cảng biển

– *Đường thủy* : 4.076 km đường sông thuộc diện quản lí của nhà nước, trên 2360 con sông.

– *Hàng không* : có 2 sân bay quốc tế là Nội Bài và Tân Sơn Nhất.

Nói chung, mật độ đường, quỹ đất dành cho giao thông hiện nay còn rất thấp so với các nước trong khu vực và so với nhu cầu, nhưng ô nhiễm môi trường do giao thông đã có nhiều vấn đề cần quan tâm giải quyết.

2. Tác động của giao thông và đô thị hóa tới môi trường

Có thể dễ dàng thấy các dạng ô nhiễm do giao thông gây nên như sau :

– Ô nhiễm môi trường khí do khí thải của ô tô và tiếng động xe chạy, máy bay cất, hạ cánh...

– Ô nhiễm môi trường đất do phá vỡ địa hình tự nhiên gây sạt lở mái ta luy, xói lở...

– Sự cố và tai nạn : tai nạn giao thông, sự cố tràn dầu trên đường thủy.

– Về đô thị hóa : một trong những biểu hiện của quá trình đô thị hóa là sự dịch chuyển con người từ nông thôn ra thành thị, nơi có nhiều khả năng kiếm sống với hệ thống đường giao thông thuận lợi, với các khối nhà cao tầng đầy đủ, tiện nghi... Như vậy cũng có nghĩa là con người ngày một xa rời thiên nhiên. Ở các thành phố lớn trên thế giới hiện nay, bắt đầu phát sinh tâm lí muốn trở về sống với thiên nhiên. Nhiều gia đình mong muốn mua được một ngôi nhà ở "ngoại thành" với giá rất đắt. Thậm chí ở Hồng Kông, người ta đã phải phá bớt nhà cao tầng để tạo thêm công viên, giải toả bớt tâm lí bức bối, căng thẳng của "con người đô thị" !

Ở Việt Nam, hiện tượng tâm lí trên chưa có nhiều, nhưng những "tiên đề" dẫn đến tâm lí đó đang diễn ra rất nhanh : nhiều hồ nước bị lấp để xây nhà, làm đường. Nhiều sông ngòi,

kênh mương bị lấp hẹp dần. Rồi những con đường mới được xây dựng, chỉ tập trung lo giải tỏa bề rộng đủ "lòng đường xe chạy", còn vỉa hè, dải đất trồng cây... "chỉ là vấn đề phụ" vì tốn kém, "lãng phí"

Vì vậy, khi thiết kế đường đô thị (cũng như các khu nhà), ta cần quan tâm đến bố trí *dải đất dành cho cây xanh*, vừa làm đẹp, vừa cải tạo vệ sinh môi trường. Hơn nữa, đôi khi cây xanh còn là biểu tượng cho một đô thị. Như nói đến Hải Phòng, ta gọi là "*Thành phố Hoa Phượng đỏ*", ta nhớ đến Thành phố Hồ Chí Minh cùng với những hàng me. Còn thủ đô Hà Nội, rất nhiều bài thơ, bài hát hay đều nhắc đến các hàng cây từng dãy phố : phố Nguyễn Du với "*hương hoa sữa nồng nàn đắm đuối*". phố Lò Đúc với hàng sao trầm tư, phố Quan Thánh với mùi hoa hoàng lan dâu đó... Và hình như với mỗi con người đô thị, dáng cây, màu hoa, mùi hương còn gắn với "*kỉ niệm nào đó của cả một đời người*".

Trong chương này, sẽ giới thiệu vắn tắt cơ sở khoa học của những vấn đề trên.

IX-2. HỆ SINH THÁI ĐÔ THỊ

1. Khái niệm về hệ sinh thái

Hệ sinh thái là một hệ thống bao gồm các quần thể xã (cơ thể sống) và các môi trường sống của chúng (các thành phần vô sinh). Một cái hồ, một khúc sông, khu rừng, thành phố... gồm các sinh vật và môi trường sống của chúng được coi là hệ sinh thái.

Môi trường : là tập hợp tất cả các điều kiện và hiện tượng bên ngoài tác động lên cơ thể sống. Chỉ có cơ thể sống mới có môi trường.

– Cơ thể sống : thành phần sinh vật (thực vật, động vật, nhưng quan trọng nhất là con người).

– Môi trường sống : thành phần vô sinh (như khí hậu, thổ nhưỡng, địa hình)

2. Đặc điểm hệ sinh thái đô thị

Đây là một hệ sinh thái hở, luôn có sự thay đổi theo thời gian, không gian, về chất lượng và số lượng.

Sự phát triển của hệ sinh thái đô thị có tính động, ổn định hoặc không ổn định tùy thuộc vào các thành phần trong hệ sinh thái.

Về cấu trúc : hệ sinh thái đô thị có vùng trung tâm, vùng ven nội và vùng ngoài. Sự thay đổi không gian các vùng này tùy theo sự phát triển kinh tế xã hội từng thời kì.

Bậc dinh dưỡng cuối cùng của hệ sinh thái đô thị là con người. Con người chịu tác động của tự nhiên và xã hội, nhưng xã hội ảnh hưởng tới con người nhiều hơn.

Yếu tố giới hạn trong hệ sinh thái đô thị là tổ hợp tất cả các yếu tố. Nhưng then chốt là con người. Vì chính con người tham gia tạo nên sự thay đổi môi trường, có thể tốt hơn và có thể xấu đi.

Có thể nói : đây là giới hạn của một "đường cong lồi" về môi trường đô thị. Khi đã đạt đến đỉnh điểm của tiện nghi đô thị trong nửa đầu đường cong, con người phát hiện ra nạn ô nhiễm môi trường do chính mình tạo ra, đang đẩy cuộc sống "xuống dốc" theo nửa sau đường cong. Thế là phải đổ không biết bao nhiêu công sức, tiền của vào cải tạo môi trường đô thị.

Cái khó của vấn đề này là : "trục hoành thời gian" của đường cong trên diễn biến trong hàng chục, hàng trăm năm. Nếu không có tầm nhìn xa, chúng ta sẽ bị rơi vào tình trạng "*hối thì đã muộn*", thậm chí, không thể thoát ra khỏi cái "*môi trường tự hại*" đó :

3. Một số nguyên tắc sinh thái học trong quy hoạch đô thị

Nguyên tắc 1 : Quy hoạch đô thị một cách hợp lí theo phân vùng khu vực. Sự phân vùng này phải được dựa trên các yếu tố :

– Không gian

– Cơ cấu chức năng

– Theo hệ thống kĩ thuật công nghệ để bảo đảm cho dòng năng lượng vào hệ sinh thái được ổn định.

Nguyên tắc 2 : Tổ chức tối ưu mạng lưới giao thông đô thị. Có tỉ lệ cân bằng về mật độ đường xe chạy, bến bãi đỗ xe, cây ven đường.

Nguyên tắc 3 : Tạo lập và gìn giữ các không gian xanh ở trong vùng trung tâm. Bảo vệ đất rừng tự nhiên ở bên cạnh các khu đô thị.

IX–3. Ô NHIỄM MÔI TRƯỜNG VÀ BIỆN PHÁP PHÒNG CHỐNG

1. Ô nhiễm nguồn nước

Trong đô thị, ô nhiễm nguồn nước chủ yếu do nước thải sinh hoạt, nước thải sản xuất. Phần khác do nước mưa rơi xuống chảy qua nơi có chất hữu cơ bị phân hủy, do xói mòn. Vùng nông nghiệp ngoại ô còn có thể ô nhiễm nước do các loại phân hóa học, thuốc trừ sâu, thuốc diệt cỏ.

Các chất gây ô nhiễm nguồn nước từ nước thải sinh hoạt giới thiệu trong bảng IX–1.

Bảng IX- 1

Thành phần đặc trưng của nước thải sinh hoạt và tiêu chuẩn nước mặt

Chất ô nhiễm trong nước thải	Nồng độ (mg/lít)			TCVN 5942 : 1995	
	Loại mạnh	Loại yếu	Trung bình	Loại A	Loại B
Tổng chất rắn (TS)	> 1200	–	–	–	–
Chất rắn lơ lửng (SS)	> 350	100	250	20	80
Ni tơ tổng số	> 85	–	–	–	–
Nhu cầu ô xy sinh hóa (BOD5)	> 300	100	200	< 4	< 25
Nhu cầu ô xy hóa học (COD)	> 1000	250	500	< 10	< 35
Phốt phát tổng số	> 20	–	–	–	–
Dầu mỡ	> 150	–	–	–	–
Nitơrit NO_2	0	0	0	0,01	0,05
Nitơrat NO_3	0	0	0	10	15
pH	–		–	6–8	5,5–9

Trong đó : Loại A – áp dụng đối với nước mặt có thể dùng làm nguồn cấp nước sinh hoạt (nhưng phải qua quá trình xử lí theo quy định).

Loại B – áp dụng cho nước mặt dùng với mục đích khác. Nước dùng cho nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản có quy định riêng.

Ở các đô thị lớn hiện nay, qua kiểm tra, rất nhiều nguồn nước mặt (sông hồ) không đạt tiêu chuẩn loại A về nguồn nước sinh hoạt. Nhưng thực tế cư dân vẫn dùng. Đó chính là nguyên nhân dẫn tới một số dịch bệnh (về đường ruột, ngoài da...) ảnh hưởng tới sức khỏe của con người.

Do vậy, để chống ô nhiễm nguồn nước, trong đô thị cần phải xây dựng các trạm xử lí nước thải.

2. Ô nhiễm khí quyển

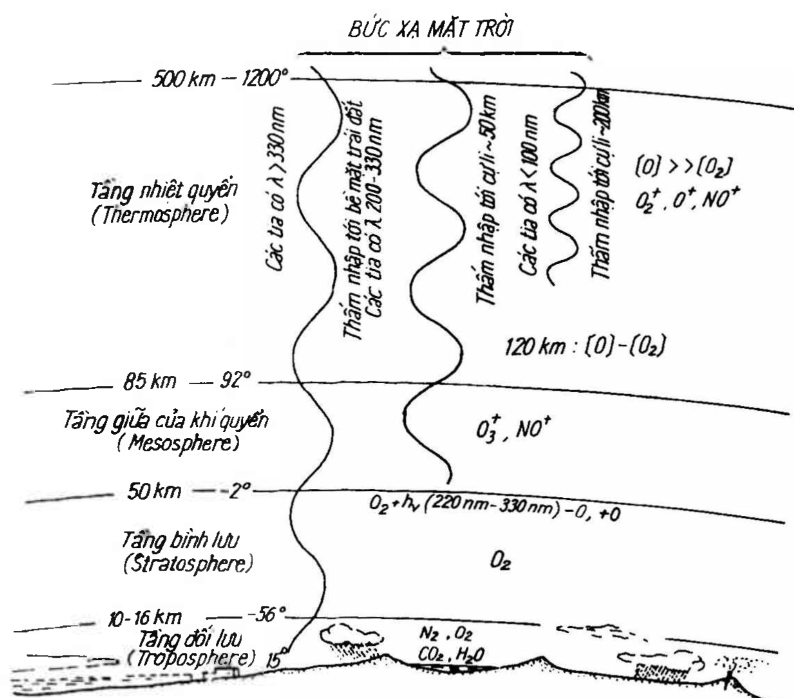
Hình IX-1 giới thiệu cấu trúc chủ yếu các vùng khí quyển.

Sự ô nhiễm không khí là do khí + bụi xả ra từ sự cháy của các động cơ, nhả khói của các nhà máy, phân hủy hữu cơ thực vật, nạn cháy rừng. Gần đây, ở In đô nê xi a đã có vụ cháy rừng tỏa khói tới mức dân cư vùng lân cận phải sử dụng mặt nạ để thở.

Ở Việt Nam, để tránh ô nhiễm đã phải ngừng hoạt động nhà máy điện Yên Phụ (Hà Nội), Nhà máy Xi măng Hải Phòng cũng phải chuyển đi nơi khác.

Ở khu mỏ Quảng Ninh, điển hình là ô nhiễm bụi vào khí quyển, đã gây rất nhiều tác hại về phổi.

Tác động lớn nhất của ô nhiễm khí quyển là gây nên hiệu ứng nhà kính do phá hủy tầng ôzôn, làm nhiệt độ khí quyển bao quanh trái đất bị tăng lên. Chống ô nhiễm khí quyển để bảo vệ tầng ôzôn đang là vấn đề lớn trên toàn thế giới hiện nay.



Hình IX-1 : Cấu trúc các vùng chủ yếu của khí quyển.

Động cơ ô tô đã gây nên lượng khí thải như sau :

Loại khí thải	Lượng khí thải *(10^{-3} kg/ngày chạy xe)*
HCHO	0,698
CO	58
CO_2	5
NO_2	2,9
SO_2	0,2
Hạt	0,3

Theo số liệu thống kê ở Việt Nam năm 1996, có 351.000 xe ô tô, 3,7 triệu xe máy, hàng năm xả vào không khí lượng khí thải là 726.562 tấn CO, 426.709 tấn NO_2.

Bảng XI-2

Lượng khí, bụi xả ra trong các lĩnh vực khác nhau ở Mỹ - 1968

Nguồn xả	Lượng xả 10^6 T/năm			% Bụi		
	SO_2	Hạt bụi	CO	SO_2	Bụi	CO
1. Giao thông	0,8	1,2	63,8	2,4	4,3	63,8
– Các phương tiện có động cơ :		0,8				
+ Chạy bằng xăng		0,5				
+ Chạy bằng diêzen		0,3				
– Máy bay	–					
– Xe lửa	0,2					
– Tàu thủy	0,1					
– Các động cơ loại nhỏ	–					
2. Sự đốt cháy các nguồn nhiên liệu tại chỗ	24,4	8,9	1,9	73,5	31,4	1,9
– Than		8,2			29	
– Các loại dầu đốt		0,3			1,0	
Khí tự nhiên		0,2			0,7	

Để chống ô nhiễm môi trường khí, Việt Nam đã có các tiêu chuẩn về chất lượng không khí, trích giới thiệu ở bảng IX-3, IX-4.

TCVN 5937 : 1995. Tiêu chuẩn chất lượng không khí.

TCVN 5939 : 1995. Tiêu chuẩn khí thải công nghiệp đối với bụi và chất thải vô cơ.

Bảng IX-3

Giá trị giới hạn các thông số cơ bản của không khí xung quanh (mg/m^3)
(TCVN 5937 : 1995)

Thứ tự	Thông số	Trung bình 1 giờ	Trung bình 8 giờ	Trung bình 24 giờ
1	CO	40	10	5
2	NO_2	0,4	–	0,1
3	SO_2	0,5		0,3
4	Pb	–	–	0,005
5	O_3	0,2		0,06
6	Bụi lơ lửng (TSP)	0,3	–	0,2

Bảng IX-4

Giới hạn tối đa cho phép của bụi và một số chất vô cơ trong khí thải công nghiệp *(TCVN 5939 : 1995)*

Thứ tự	Thông số	Giá trị giới hạn	
		A	B
1	*Bụi nhỏ*		
	- Nấu kim loại	400	200
	- Bê tông nhựa	500	200
	- Xi măng	400	100
	- Các nguồn khác	600	400
2	*Bụi*		
	- Chứa Silic	100	50
	- Chứa Amiăng	0	0
3	Chì	30	10
4	Clo	250	20
5	HCl	500	200
6	H_2S	6	2
7	CO	1500	500
8	SO_2	1500	500
9	Amoniac	300	100

Ghi chú : - Giá trị giới hạn ở cột A áp dụng cho các cơ sở đang hoạt động.

- Giá trị giới hạn ở cột B áp dụng cho tất cả các cơ sở kể từ ngày cơ quan quản lí môi trường quy định.

3. Ô nhiễm không khí do tiếng ồn

Tiếng ồn là loại tiếng động gây khó chịu và tác động rất lớn đến hệ thần kinh của con người. Với đường đô thị, nguồn gây tiếng ồn chủ yếu là do xe chạy.

Các biện pháp chống tiếng ồn trên đường giao thông (bằng trồng cây, tường chắn...) đã giới thiệu ở tập I.

Việt Nam đã có TCVN 5949 : 1995 quy định giới hạn tối đa cho phép tiếng ồn khu vực công cộng và dân cư. Xem bảng IX-5.

Bảng IX-5

Giới hạn tối đa cho phép tiếng ồn ở khu vực công cộng và dân cư (dB)

Thứ tự	Khu vực	Thời gian		
		Từ 6h - 18h	18h - 22h	22h - 6h
1	Khu vực cần đặc biệt yên tĩnh : Bệnh viện, thư viện, nhà điều dưỡng, nhà trẻ, trường học	50	45	40
2	Khu dân cư : Khách sạn, nhà ở, cơ quan hành chính...	60	55	45
3	Khu vực thương mại, dịch vụ	70	70	50
4	Khu sản xuất nằm xen kẽ trong khu dân cư	75	70	50

4. Ô nhiễm môi trường đất

Ô nhiễm môi trường đất do các nguồn sau :

– Phế thải rác do sản xuất công nghiệp, bụi từ ống khói rơi xuống đất.

– Phế thải rác do sinh hoạt của con người. Tùy đặc điểm đô thị, lượng chất thải rắn mỗi người thải ra là 0,4 - 1,8 kg/ngày.

– Do nông nghiệp, phân hóa học, thuốc trừ sâu, diệt cỏ ngấm vào lòng đất.

– Các chất thải phóng xạ từ các trung tâm công nghiệp và nghiên cứu khoa học.

– Do xói mòn

Để chống ô nhiễm môi trường đất :

– Cần tổ chức tốt việc thu gom phân hủy rác.

– Các nhà máy cần có thiết bị thu bụi khói và tái chế cho việc khác (như ở Pháp đã rất thành công trong việc thu bụi khói xi măng để làm bê tông, nền đường...)

– Trồng cây chống xói mòn

5. Ô nhiễm phóng xạ

Nguồn ô nhiễm phóng xạ chủ yếu là :

– Lò phản ứng công nghiệp và thí nghiệm khoa học.

– Sử dụng chất đồng vị phóng xạ để chữa bệnh.

– Sử dụng đồng vị phóng xạ (làm nguyên tử đánh dấu) trong nông nghiệp và công nghiệp.

Tác hại của phóng xạ là có thể gây nên bệnh ung thư máu, mệt mỏi, nôn mửa, rụng tóc...

Thảm họa ô nhiễm phóng xạ lớn nhất đã xảy ra trên thế giới gần đây là vụ nổ lò phản ứng nhà máy điện nguyên tử Trecnôbưn ở Ucraina.

Để chống ô nhiễm phóng xạ, trước hết phải quản lí chặt chẽ nguồn phóng xạ, vận hành đúng quy chế. Phế thải có nhiễm phóng xạ phải thu gom và xử lí riêng.

IX-4. ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG MÔI TRƯỜNG

1. Khái quát chung

Đánh giá tác động môi trường, tiếng Việt viết tắc là ĐTM (Tiếng Anh Environmental Impact Assessment - EIA) là việc xem xét các hậu quả môi trường của các chính sách, các chương trình và các dự án lớn.

Theo chương trình môi trường của Liên Hiệp Quốc (UNEP), các dự án, chính sách, chương trình sau đây là đối tượng cần thiết phải sử dụng phương pháp ĐTM :

– Sử dụng và chuyển đổi đất đai như quy hoạch đô thị, công nghiệp, nông nghiệp, sân bay, giao thông vận tải, bãi tắm biển, hệ thống truyền dẫn.

– Khai thác tài nguyên, tái tạo tài nguyên.

– Giao thông vận tải : đường ô tô, đường sắt, sân bay, bến xe, bến tàu, đường ống...

– Năng lượng : hồ thủy điện, đập nhân tạo, các nhà máy nhiệt điện và nguyên tử, dầu...

– Các trạm xử lí nước thải.

2. Mục đích - ý nghĩa của việc đánh giá tác động môi trường

Xem xét các ảnh hưởng về môi trường trong các quyết định do những cơ quan đưa ra.

Xúc tiến quy trình ĐTM có lợi tại tất cả các nước.

Khuyến khích việc trao đổi ý kiến giữa các quốc gia về các dự án có những tác dụng xuyên biên giới.

Một trong những nguyên tắc đầu tiên đối với ĐTM là ảnh hưởng về môi trường cần được xem xét trước khi bắt đầu dự án.

3. Các phương pháp đánh giá tác động môi trường.

a) Phương pháp danh mục mục tiêu (Checklist Method) : Được sử dụng rộng rãi từ 1970 đến nay. Nguyên tắc của phương pháp này là liệt kê danh mục các nhân tố môi trường liên quan đến dự án được đem ra đánh giá. Các loại danh mục có thể là :

– *Danh mục đơn giản* : Chỉ liệt kê các nhân tố môi trường cần xem xét như ĐTM của công trình giao thông, đập nhân tạo...

– *Danh mục có mô tả :* Liệt kê các nhân tố môi trường kèm theo mô tả, lựa chọn các nhân tố, phương pháp thu nhập, đo số liệu đã ghi vào danh mục...

– *Danh mục có ghi mức độ tác động với từng nhân tố môi trường (Scaling checklist) :* Bên cạnh phần mô tả có ghi mức độ tác động của hoạt động phát triển tới từng nhân tố.

– *Danh mục có xét độ do của tác động (Weighting checklist)* : Bên cạnh phần mô tả có ghi thêm độ đo của tác động của hoạt động phát triển tới từng nhân tố môi trường.

– *Danh mục dạng câu hỏi (Questionnairs checklist) :* Bao gồm những câu hỏi liên quan đến những khía cạnh môi trường cần được đánh giá.

b) Phương pháp ma trận môi trường

Phương pháp ma trận môi trường (Matrixmethod) phối hợp liệt kê các hành động của hoạt động phát triển với liệt kê các nhân tố môi trường có thể bị tác động vào một ma trận.

Hoạt động được liệt kê trên trục hoành, nhân tố môi trường được liệt kê trên trục tung, hoặc ngược lại. Cách này cho phép xem xét các quan hệ nhân – quả của những tác động khác nhau một cách đồng thời.

c) Phương pháp phân tích chi phí mở rộng

Qua xác định các lợi ích và tổn thất với môi trường, có thể định lượng được tác động của những dự án. Thí dụ : lợi ích có thể là tạo nên công ăn việc làm, nhưng tổn thất là nguồn tài nguyên bị cạn kiệt... Đây cũng là nội dung của những dự án khả thi.

Phương pháp này có ưu điểm là có cơ sở cho đánh giá dự án, nhưng khối lượng tính toán lớn, liên quan đến nhiều ngành.

Cũng vì vậy, điều rất quan trọng là ĐTM không nên cố gắng bao trùm quá nhiều vấn đề và quá sâu vào chi tiết. Ở giai đoạn đầu, ĐTM chỉ nên giới hạn ở những tác động môi trường dễ xảy ra nhất và nguy hại nhất trong số các tác động có thể xảy ra.

Sau đó là vấn đề tổ chức hệ thống quan trắc môi trường (Monitoring), quan trắc, ghi chép, phân tích liên tục các chỉ tiêu môi trường, trong một khoảng thời gian, không gian đã được định sẵn.

IX-5. CẢNH QUAN VÀ KIẾN TRÚC ĐÔ THỊ

1. Những vấn đề cơ bản

Bằng trực giác, ai ai cũng nhận thấy một ngôi nhà đẹp, một khu phố đẹp, một thành phố đẹp bao giờ cũng gồm vẻ đẹp của các công trình kiến trúc trong cây xanh, hồ nước... xung quanh. Cũng bằng trực giác, ta thấy những nơi như vậy "dễ thở" hơn, tức là môi trường trong sạch hơn.

Cha ông chúng ta xây nhà thường theo "thuật phong thủy", hiểu đơn giản là chọn vị trí nhà thích hợp với sông hồ, núi non, hướng gió để con người được khỏe mạnh, làm ăn thịnh vượng...

Vì vậy, khi xây dựng công trình cần quan tâm đến cảnh quan kiến trúc, xử lí đúng tương quan kiến trúc với phong cảnh xung quanh, không đơn giản là đẹp mắt, mà còn chứa đựng cả yếu tố tạo nên môi trường trong sạch.

Để tạo nên vẻ đẹp cảnh quan kiến trúc, cơ sở ban đầu là địa hình, không gian, mặt nước, cỏ cây. Nhưng gần gũi, phổ biến và có nhiều tác dụng nhất là cây xanh.

Với một tuyến đường đô thị, chỉ đẹp khi bề rộng đường tỉ lệ cân đối với chiều cao và kiểu dáng nhà 2 bên, có dải cây xanh rộng rãi. Sau đến hệ thống chiếu sáng cùng các loại biển báo bố trí hợp lí, hài hòa.

2. Cây xanh đường phố

a) Ý nghĩa : Cây xanh trên đường phố có nhiều công dụng :

– Chống bụi, giảm tiếng ồn, chắn gió, hướng gió.

– Tạo bóng mát cho người, xe, giảm độ nóng mặt đường làm chảy nhựa.

– Để tạo vẻ đẹp bằng cây xanh, cần có thiết kế cụ thể, tùy vị trí trồng cây trên mặt cắt ngang đường, bề rộng hè đường, dải phân cách, loại đường.

b) Phân loại : Cây xanh trên đường phố gồm 4 loại :

– Cây trồng trên lề đường : Với đường đô thị, chủ yếu là cây bóng mát. Với đường ngoài đô thị, như đường qua vùng cát ven biển, trồng cây (như phi lao) thành một dải rừng, còn có tác dụng chắn gió, chắn cát.

– Dãy cây xanh trên hè đường : Khi hè rộng, dải đất dành cho trồng cây 2–7m.

– Cây trên dải phân cách đường.

– Vườn hoa đặc biệt dọc đường phố rộng hơn 80m.

Với đường phố, loại đặc biệt có vườn hoa để dạo chơi, rộng 20–80m, còn gọi là đường Bulvar.

c) Yêu cầu kĩ thuật chung

– Với cây trồng bên lề hè – đường, chú ý hướng đường để tạo bóng mát. Cũng có thể trồng cây trong bồn.

– Thân cây cách mép đường tối thiểu 1,2m. Khoảng cách cây tùy theo tán rộng hẹp, thường là 4–8m.

– Chú ý chỗ đường giao nhau, định vị trí trồng cây sao cho không che khuất tầm nhìn xe chạy.

– Với dải cây xanh trên hè, tùy bề rộng cho phép, có thể kết hợp các loại cây cao tạo bóng mát với cây bụi thấp, cây hoa, thảm cỏ...

– Với dải phân cách, chủ yếu trồng cây bụi thấp hoặc thảm hoa, cỏ, để không ảnh hưởng đến tầm nhìn xe chạy.

– Loại đường có vườn hoa (Bulvar), thường là đường dẫn đến một công trình công cộng lớn, hoặc bên bờ sông, bờ biển. Cơ cấu có thể có cả tượng đài, vòi phun. Cây trồng phải có tính nghệ thuật cao.

Tỉ lệ các loại cây có thể như sau :

+ Cây bóng mát	40–50%
+ Cây bụi	20–25%
+ Bãi cỏ	10–20%
+ Luống hoa	2–5%
+ Quảng trường	15–25%

d) Chọn loại cây trồng

– Yêu cầu cây có đặc tính sau :

+ Cây chịu được gió, bụi, sâu bệnh.

+ Cây có thân thẳng, chỗ phân cành cao tối thiểu 3m.

+ Cây không đâm cành ngang ở phần dưới thân.

+ Cây có rễ ăn sâu, rễ không nổi trên mặt đất.

+ Tán cây gọn.

+ Cây có lá xanh quanh năm, hoặc nếu rụng lá thì rụng đều.

+ Cây có khả năng sống lâu

+ Tránh loại cây có quả thu hút nhiều ruồi nhặng.

- Cây trồng ở đường phố phải được ươm trên một năm rưỡi. Cây con cao tối thiểu 2,5m.

- Một số loại cây thông dụng như :

+ Cây bóng mát : sao đen, sếu, nhôi, trôm, long não, phượng, dừa...

+ Cây bụi thấp : cô tòng, tai tượng, bánh hỏi, cau bụi, tùng bách...

+ Cây hoa trong bồn : xôn, cẩm chướng, cúc, mõm chó...

3. Quảng trường

Phân loại quảng trường : Theo tiêu chuẩn thiết kế đường đô thị 20TCN 104 : 1983.

- *Quảng trường chính (thành phố) :* chủ yếu phục vụ các buổi mít tinh, lễ hội lớn, có khán đài, rộng 1-4ha.

- *Quảng trường trước công trình công cộng (sân TDTT, triển lãm, cửa hàng...) và các địa điểm tập trung công cộng* : là không gian cho người đứng trước khi vào công trình, có tính chất dạo chơi, nghỉ ngơi chốc lát. Nơi bố trí bãi đỗ xe...

- *Quảng trường trước cầu, quảng trường giao thông* : để phân luồng xe chạy, bố trí giao thông cùng mức, khác mức.

- *Quảng trường trước ga* : Nơi hành khách đi lại, bố trí bãi đỗ xe...

- *Quảng trường đầu mối các công trình giao thông* : Nơi bố trí công trình giao thông ngoài và trong đô thị, công trình chuyển tiếp các phương tiện giao thông khác.

Thiết kế cây xanh ở các loại quảng trường trên là sự kết hợp các loại cây bóng mát cao, cây bụi nhỏ, cây hoa, thảm cỏ... mà chọn loại cho thích hợp.

4. Chiếu sáng đô thị

a) Phạm vi chiếu sáng công cộng :

- Chiếu sáng đường và quảng trường

- Chiếu sáng vườn hoa, công viên.

- Chiếu sáng mặt công trình kiến trúc có giá trị.

- Ngoài ra, còn một dạng "chiếu sáng công cộng" do các cửa hàng tư nhân lập nên ở các đường phố thương mại.

b) Yêu cầu kĩ thuật chung về chiếu sáng công cộng

Đối với các phương tiện giao thông trên đường phố, yêu cầu chung là đủ ánh sáng để lưu thông. Cơ sở thiết kế theo tiêu chuẩn 20 TCN 95 :1983

- Độ chiếu sáng trung bình (khoảng 40-50 Lux), ở chỗ giao nhau phải bằng 150% độ sáng cao nhất của đường.

- Độ chói

- Sự đồng đều độ sáng trên đường.

- Độ chiếu sáng trên hè.

- Giới hạn độ chói lóa, định mức độ chói lóa trên đường từ 1-2 cd/m^2.

c) Bố trí cột điện chiếu sáng

Trong đường đô thị, để bảo đảm mĩ quan, kiểu dáng cột điện chiếu sáng cần được quan tâm. Một số nguyên tắc kĩ thuật chung là :

- Loại đèn nên dùng thủy ngân cao áp, halôgien kim loại, natri cao áp. Hạn chế dùng đèn sợi tóc. Nên ưu tiên dùng loại đèn có ánh sáng trắng cho đường phố chính. Đèn vàng (Natri cao áp) dùng cho đường vành đai, đường có lưu lượng giao thông lớn nhưng không có yêu cầu đặc biệt về nghệ thuật chiếu sáng kiến trúc.

- Tùy đặc điểm từng con đường, cột điện chiếu sáng bố trí ở 1 bên hè, 2 bên hè hoặc trên dải phân cách ở giữa.

- Cao độ tối thiểu đặt đèn như bảng IX-6.

- Độ cao treo đèn trên dây căng phải bảo đảm tĩnh không đến mặt đường xe chạy $H_{min} > 6,5$m.

Trường hợp có đường xe điện chạy $H_{min} > 8$m.

- Thiết kế hệ thống chiếu sáng đường phố phải thỏa mãn việc lắp bổ sung các loại đèn trang trí ngày hội.

- Trạm biến áp nguồn điện cho hệ thống chiếu sáng đường nói chung phải phối hợp với các trạm biến áp lưới dân dụng. Cần xác định vị trí cho phù hợp với quy hoạch phát triển chung của đường và khu vực lân cận để tránh phải di chuyển và làm mất mỹ quan, (thực tế "kiến trúc" các trạm biến thế thường rất xấu).

Bảng IX-6

Độ cao tối thiểu đặt đèn (m)

Quang thông của các loại bóng đèn (lumen)	Độ cao tối thiểu của đèn (m)	
	Đèn sợi đốt	Đèn cao áp
1. Loại đèn phân bố ánh sáng hẹp		
5000-10000	7	7,7
10000-20000	7,5	7,5
20000-30000		9,0
30000-40000		10,0
> 40000		11,5
2. Loại đèn phân bố ánh sáng rộng		
< 5000		7,5
50000-10000	7	8,5
10000-20000	7	9,5
20000-30000	9	10,5
30000-40000		11,5
>40000		13

5. Biển hiệu, quảng cáo

a) Các loại thông tin bằng biển hiệu, quảng cáo

Đô thị là nơi tập trung cư dân với nhiều sinh hoạt kinh tế, xã hội, văn hóa. Do đó yêu cầu về thông tin là rất cần thiết. Thông thường gồm các loại sau :

– Biển đường phố, số nhà, biển tên cơ quan, cửa hàng...

– Biển hiệu giao thông, vạch dấu hiệu trên đường...

– Biển quảng cáo.

– Biểu ngữ, khẩu hiệu...

Thực tế nhiều đô thị hiện nay có tình trạng "nhà không số, phố không tên", hoặc số nhà tự đặt linh tinh không theo quy luật. Một cơ quan có khi cũng không có biển tên ngoài cổng, vào trong cơ quan lại không có tên các phòng ban liên quan. Vào một bệnh viện, rất cần có sơ đồ chỉ dẫn các khoa–phòng điều trị, nhưng cũng không có, phải tìm rất khó khăn.

Kinh tế thị trường phát triển, quảng cáo là cần thiết, nhưng biển quảng cáo đặt tùy tiện, vừa mất mĩ quan, vừa không an toàn (như che khuất tầm nhìn xe chạy, kết cấu không vững bị đổ...).

Nhược điểm trên góp một phần làm cho sinh hoạt đô thị lộn xộn, mất mĩ quan, không an toàn.

b) Yêu cầu chung

Để khắc phục các nhược điểm trên, các cơ quan quản lí đô thị cần :

– Có quy định và thực hiện nghiêm chỉnh các quy định đề ra như : kịp thời đặt tên ngõ – phố, lắp đặt biển tên phố, số nhà. Biển giao thông theo đúng vị trí, kích thước, màu sắc...

– Yêu cầu chung của các loại biển báo là :

+ Dễ đọc, ngắn gọn, dễ hiểu.

+ Đọc được trong mọi thời tiết, có thể phát quang để tác dụng cả ban đêm.

+ Chiếm diện tích tối thiểu.

+ An toàn và vận chuyển dễ dàng.

+ Độc lập với mạng lưới điện.

– Biển quảng cáo khá phức tạp. Cần có quy chế cụ thể, sao cho không gây khó dễ cho kinh doanh, cũng không làm mất mĩ quan đô thị.

Vị trí đặt các biển hiệu, quảng cáo, kết hợp với cột điện, cây xanh, nhà cửa hai bên... sao cho đúng, đẹp là điều không đơn giản. Cần phải xem xét tổng thể không gian để quyết định.

IX–6. MỘT SỐ VẤN ĐỀ CHUNG VỀ QUẢN LÍ MÔI TRƯỜNG GIAO THÔNG VÀ ĐÔ THỊ Ở VIỆT NAM

Giao thông là "mạch máu" của nhiều hoạt động kinh tế – xã hội trong một đất nước. Vì vậy, hầu hết ô nhiễm môi trường đều từ giao thông, hoặc "chuyển tải" qua giao thông để tác động đến nhiều khu vực của một thành phố, một hoặc nhiều nước.

Thực tế mật độ đường của Việt Nam còn rất thấp. Cư dân đô thị ở Việt Nam mới chiếm 20% dân số, so với thế giới là 80-90%. Như vậy, "cơ sở gây ô nhiễm" của Việt Nam chưa nhiều. Chúng ta đã bước đầu quan tâm đến vấn đề chống ô nhiễm và đề ra một số quy chế. Nhưng quan trọng nhất là ý thức thực hiện quy chế về bảo vệ môi trường, đi từ quy hoạch đến thiết kế – thi công – quản lí khai thác công trình. Ý thức này, trước hết phải có ở các cấp quản lí, lãnh đạo, sau đó là ý thức sinh hoạt của mọi người dân, biện pháp ĐTM...

Thí dụ : Quy hoạch đô thị (xây dựng và cải tạo) là một văn bản "chiến lược" cho sự phát triển của một thành phố, thị xã, thị trấn, thậm chí là đường phố qua một làng. Nhưng chúng ta chưa có, hoặc có thì cũng "hay sửa đổi" hoặc không tuân theo.

Ở Hà Nội, đã có thời kì xây dựng khu tập thể cao tầng, nhưng quá chật hẹp, tiện nghi khó khăn, thiếu thốn (đường sá đi lại, điện nước, khu vệ sinh, chỗ để xe), dẫn đến tâm lí "sợ nhà tập thể". Đến thời kì chia đất làm nhà riêng (2 – 3 – 4... tầng), diện tích nhà ở tăng lên rất nhanh (gấp 10 lần so với trước), đời sống các gia đình có nhà riêng cũng "hơn xưa" rất nhiều : xe máy đi – về dắt vào nhà dễ, không còn cảnh nước từ khu vệ sinh tầng trên dột xuống tầng dưới... Nhưng nhược điểm dễ thấy là : chiếm nhiều đất đô thị, hệ thống đường – điện – nước vào "khu tập thể tự xây" rất dích dắc. Rồi do "lấn đường làm nhà", nhiều khu khá tối vì ban công nhà bên này "có thể bước sang" ban công nhà bên kia đường, hoặc hai nhà ở tầng 2 có thể "bắt tay nhau".

Dự kiến là : sau giai đoạn lịch sử "nhà tập thể thấp tầng tự xây" sẽ đến giai đoạn phải quy hoạch lại khu nhà ở cao tầng đầy đủ tiện nghi (cho mọi người không sợ), để dành đất cho không gian đường phố, công viên, tượng đài ! Bao giờ đến và sẽ tốn kém bao nhiêu ? Đó là đề tài "cấp nhà nước". Nhưng đó chính là vấn đề liên quan đến quản lí môi trường đô thị ở tầm vĩ mô.

CÁC ĐƠN VỊ ĐO LUỒNG

I - CÁC ĐƠN VỊ CƠ BẢN THEO HỆ QUỐC TẾ (SI)

Tên đại lượng	Đơn vị dùng	Ký hiệu
Khối lượng	Kilogram	Kg
Lực - trọng lượng	Newton	N
Độ dài	Mét	m
Ứng suất - áp suất	Pascal (hoặc Niutơn trên m^2)	Pa
Khối lượng thể tích	Kilogram trên m^3	Kg/m^3
Trọng lượng thể tích	Newton trên m^3	N/m^3
Thời gian	Giây	S
Độ thấm	Mét trên giây	m/s
Độ nhớt	Pascal giây hoặc Poazon	P*l*

II CHUYỂN ĐỔI ĐƠN VỊ ĐO LƯỜNG

Hệ Anh - Mỹ (Hệ inch)		Hệ S.I (Hệ M)
	Trọng lượng	
	1 grain (gr)	0,065 g
	1 drams (dr)	1,77 g
6 dram	1 ounce (oz)	28,35 g
16 ounces	1 pound (lb)	0,454 kg
16 pounds	1 stone (st)	6,356 kg
2 stone	1 quarter	12,7 kg
4 quarters	1 hundred weight (cwt)	50,8 kg
112 pounds	1 cwt	50,8 kg
100 pounds	1 short cwt	45,4 kg
20 CWT	1 ton	1016,04 kg
2000pounds	1 short ton (ton ngắn)	0,907 tấn
224 pounds	1 long ton (ton dài)	1,016 tấn
	Chiều dài	
	1 inch (in) - cách viết 1"	2,54 cm
12 inches	1 foot (ft) - cách viết 1'	30,48 cm
3 feet	1 yard (yd)	0,914 m
5,5 yards	1 rod, pole, perch	5,029 m
22 yards	1 chain (ch)	20,17 m
220 yards	1 furlong (fur)	20,17 m
8 furlongs	1 mile (dặm dài)	1,609 km
3 mile	1 league	4,828 km
	Diện tích	
	1 square inch (in^2)	6,452 cm^2
144 in^2	1 sq food (ft^2)	929,03 cm^2
9 ft^2	1 sq yard (yd^2)	0,836 m^2
484 yd^2	1 sq chain (ch^2)	404,64m^2
4840 yd^2	1 acre	0,405 ha
40 rod^2	1 rood	10,1168 a
4 roods	1 acre	0,405 ha
640 acres	1 sq mile	2,59 km^2 = 259 ha

Thể tích		
1728 in^3 27 ft^3	1 cubic inch (in3) 1 cubic foot (ft^3) 1 cubic yard (yd^3)	16,39 cm^3 0,028 m^3 0,765 m^3
Hàng Hải		
6 feet 603 feet 720 feet 6080 feet 3 sea mile 60 sea mile	1 fathom 1 cable (Anh) 1 cable (Mỹ) 1 sea mile (dặm biển) 1 sea league 1 degree	1,829 m 185,31 m 219,46 m 1,852 km 5,55 km 111 km
Dung tích		
ANH 0,83 pint 0,83 quart 0,83 gallon	MỸ 1 pints 1 quart 1 gallon	SI 0,473 lít 0,946 lít 3,785 lít

III. MỘT SỐ CHUYỂN ĐỔI ĐƠN VỊ ĐO LƯỜNG KHÁC

$1Psi = 1\dfrac{pound}{in^2} = 0{,}07kG/cm^2$ (đọc là pound per square inch)

$1Ksi = 1000\dfrac{pound}{in^2} = 70\ kG/cm^2$

1 Kip = 1 kilopound = 454 kG

1 Kp = 1 kilopond = 1 kG = 9,807 Niutơn

1 in.lb = 0,01153 kG.m

$1\ kip.in^2 = 0{,}2929\ kG.m^2$

Si = Square inch = $6{,}45cm^2$

Sf = Square foot = $929cm^2$

in^3 = Cubicinch = $16{,}387cm^3$

ft^3 = Cubic foot = $28347cm^3$

$f.L_B$ = Foot pound = 0,1383 kg.m

$1\dfrac{pound}{ft} = 1{,}49\ kG/m$

$1\ Psf = 1\dfrac{pound}{ft^2} = 4{,}88\ kG/m^2$

$1\ Pcf = 1\dfrac{pound}{ft^3} = 0{,}016\ kG/dm^3$

$1\ Ksf = 1\dfrac{kip}{ft^2} = 4{,}88\ Tấn/m^2 = 0{,}488\ kG/cm^2$

$1\ Kcf = 1\dfrac{kip}{ft^3} = 16kG/dm^3$

$1Tsf = 1\dfrac{ton}{ft^2} = \dfrac{1{,}016tấn}{0{,}09m^2} = 11{,}3\ Tấn/m^2 = 1{,}13\ kG/cm^2$

$1\dfrac{dặm}{giờ} = 1{,}609\ km/h$

IV. MỘT SỐ ĐỐI CHIẾU GIỮA CÁC ĐƠN VỊ THEO HỆ QUỐC TẾ (SI) VÀ CÁC ĐƠN VỊ CŨ THƯỜNG DÙNG

Khối lượng thể tích :

$1 g/cm^3 = 1 T/m^3 = 10^3 Kg/m^3$

$1 Kg/m^3 = 10^{-3} g/cm^3 = 10^{-3} t/m^3$

Lực :

1 N # 0,102 Kg lực (# : tương đương)

1 KN # 0,102 Tấn lực = 102 Kg lực

1 Kg lực # 9,8 N

1 Tấn lực # $9,8.10^3$ N = 9,8 KN

Trọng lượng thể tích :

1 g lực/cm^3 = 1 T lực/m^3 # 9,8 KN/m^3

Ứng suất - áp suất :

10 T lực/m^2 = 1Kg lực/cm^2 = $9,8.10^4$ Pa # 10^5Pa

10 Kg lực/cm^2 = 0,98 MPa # 1 MPa

1MPa = 10,2 Kg lực/cm^2

10MPa = 102 Kg lực/cm^2 = 1020 T lực/m^2

Độ thấm nước :

1 m/s = 10^2 cm/s

1cm/s = 10^{-2} m/s

(Khi thời gian t dùng năm, đổi t = 1 năm = π x 10^7 sec)

Độ nhớt :

1 poazơn = 1 Paxs = 10 poaz = 1PL = 10Po

1 milipoazơn = 1 centipoz

V. BẢNG ĐỐI CHIẾU MỘT SỐ ĐƠN VỊ VỀ ÁP SUẤT VÀ ỨNG SUẤT

Trị số của	Biểu thị theo				
	Pa	KPa	MPa	Kglực/cm^2	Tlực/m^2
Pascal	1	10^{-3}	10^{-6}	$1,02 \times 10^{-5}$	1, 02 × 10−4
KiloPascal	10^3	1	10^{-3}	$1,02 \times 10^{-2}$	0,102
daN/cm^2	10^5	10^2	0,1	1,02	10,2
MegaPascal	10^6	10^3	1	10,2	$1,02 \times 10^2$
Hecto daN/cm^2	10^7	10^4	10	102	$1,02 \times 10^3$
Kglực/cm^2	$9,8 \times 10^4$	9,8	$9,8 \times 10^{-2}$	1	10
Tlực/m^2	$9,8 \times 10^3$	9,8	$9,8 \times 10^{-3}$	0,1	1

VI. CHUYỂN ĐỔI SỐ ĐO NHIỆT ĐỘ

	Độ Farenhét	Độ bách phân
Điểm sôi	212°	100°C
	194°	90°
	176°	80°
	158°	70°
	140°	60°
	122°	50°
	104°	40°
	86°	30°
	68°	20°
	50°	10°
Điểm đông	32°	0°
	14°	-10°
	0°	-17°8
Độ âm tuyệt đối	- 459°67	-273°15

* Quy tắc đổi độ F ra độ C : Trừ 32 nhân 5/9

Đổi độ C ra độ F : Nhân 9/5 cộng 32

VII. GHI CHÚ

Thực tế ở Việt Nam hiện nay vẫn quen dùng đơn vị như : độ dài cm, trọng lượng kg lực (kg*l*) hoặc kG, ứng suất kg/cm^2 v.v.. Các bảng chuyển đổi đơn vị trên nhằm giúp bạn đọc liên hệ giữa các hệ đo lường khác nhau được dùng trong cuốn sách.

Về cách viết chữ số cũng tồn tại hai cách :

Ở Việt Nam sau dấu phẩy (,) là số thập phân, dấu chấm (.) là hàng nghìn. Ở Anh – Mỹ ngược lại : sau dấu chấm (.) là số thập phân, dấu phẩy (,) là hàng nghìn. Trong sách này có nhiều số liệu trích dẫn từ tài liệu của cả Việt Nam và Mỹ (như AASHT0) nên cách diễn đạt số liệu sau số thập phân, có thể là dấu (,) hoặc (.).

– Trong các tiêu chuẩn kỹ thuật của AASHTO, một số theo hệ đơn vị của Mỹ được gọi là hệ inch, một số theo hệ đơn vị m, cm mà Việt Nam quen dùng, gọi tắt là hệ M.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. AASHTO A Policy on Geometric Design of Highway and Street – 1990

2. TCVN 4054 : 1985 Tiêu chuẩn thiết kế đường giao thông – Bộ Giao thông Vận tải

3. TCVN 4054 : 1998 Tiêu chuẩn thiết kế đường giao thông – Bộ Giao thông Vận tải

4. TCVN 5729 : 1997 Tiêu chuẩn thiết kế đường cao tốc – Bộ Giao thông Vận tải

5. 20 TCN 104 : 1983 Quy phạm kĩ thuật thiết kế đường phố, đường, quảng trường đô thị – Bộ Xây dựng.

6. *Phạm Bội Khuê*, chủ biên – *Nguyễn Thế Truyền* – *Đặng Trần Thường* – TKM 03-80 Kết cấu mẫu mặt đường thành phố – Đường bê tông xi măng không cốt thép đổ tại chỗ – Bộ Xây dựng.

7. *Phạm Bội Khuê*, chủ biên – *Nguyễn Thế Truyền* – *Đặng Trần Thường* – TKM 02-80 Kết cấu mẫu mặt đường phố chính – Mặt đường mềm – Bộ Xây dựng.

8. *Phạm Bội Khuê*, chủ biên – *Nguyễn Thế Truyền* – *Đặng Trần Thường* – TKM 01-77 Kết cấu mẫu mặt đường khu nhà ở – Mặt đường mềm – Bộ Xây dựng.

9. *Doãn Hoa*, chủ biên – *Bùi Thúy Sơn* – *Phạm Năng Chiến* – *Phạm Văn Tý* – TKM 04-87 Hồ sơ mẫu thiết kế đường đô thị – Bộ Xây dựng.

10. *Lê Chiểu*, chủ biên – *Đỗ Hữu Lựu* – TKM 06 – 80 Định hình giếng thu nước mưa, giếng thăm, bó vỉa, đan rãnh, lát hè – Bộ Xây dựng.

11. *Đặng Hữu – Đỗ Bá Chương – Nguyễn Xuân Trục* – Sổ tay thiết kế đường ô tô – 1976.

12. *Đỗ Bá Chương* – Thiết kế đường ô tô – 1997

13. *Nguyễn Xuân Trục* – Quy hoạch giao thông vận tải và thiết kế đường đô thị – 1997.

14. *Đàm Trung Phường* – Đô thị Việt Nam – 1995

15. *Hoàng Huệ – Phan Đình Bưởi* – Mạng lưới thoát nước – 1996

16. *Vũ Mạnh Tảo – Nguyễn Cảnh Cầm* – Thủy lực – 1968

17. *Nguyễn Thị Kim Thái, Lê Hiền Thảo* – Sinh thái học và bảo vệ môi trường – 1999.

18. *Nguyễn Thị Thanh Thủy* – Tổ chức và quản lí môi trường cảnh quan đô thị – 1997.

19. *Đàm Quốc Việt* – Nút giao thông lập thể ở Hà Nội – Tạp chí Xây dựng 4-1998.

20. *Trần Hữu Uyển* – Công thức tính toán lưu lượng cho hệ thống thoát nước mưa – Tạp chí Xây dựng 8-1998 .

MỤC LỤC